

SKRIPSI

**KELANGSUNGAN HIDUP EMBRIO IKAN *Oryzias celebensis*
YANG DIPELIHARA PADA MEDIA BERBEDA DALAM UPAYA
MENYEDIAKAN EMBRIO UJI EKOTOKSIKOLOGI**

Disusun dan diajukan oleh

**YULIA INDASARI LALOMBO
L021171311**



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN
DEPARTEMEN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

**KELANGSUNGAN HIDUP EMBRIO IKAN *Oryzias celebensis*
YANG DIPELIHARA PADA MEDIA BERBEDA DALAM UPAYA
MENYEDIAKAN EMBRIO UJI EKOTOKSIKOLOGI**

**YULIA INDASARI LALOMBO
L021171311**

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana pada
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN
DEPARTEMEN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**KELANGSUNGAN HIDUP EMBRIO IKAN *Oryzias celebensis*
YANG DIPELIHARA PADA MEDIA BERBEDA DALAM UPAYA
MENYEDIAKAN EMBRIO UJI EKOTOKSIKOLOGI**

Disusun dan diajukan oleh

**YULIA INDASARI LALOMBO
L021171311**


Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, pada tanggal 7 Maret 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping


Dr. Ir. Khusnul Yaqin, M.Sc.
NIP. 19680726 199403 1 002


Prof. Dr. Ir. Sharifuddin Bin Andy Omar, M.Sc.
NIP. 19590223 198811 1 001

Ketua Program Studi
Manajemen Sumber Daya Perairan



Dr. Nedarti, M.Sc.
NIP. 19690106 199103 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yulia Indasari Lalombo
NIM : L021171311
Program Studi : Manajemen Sumber Daya Perairan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya yang berjudul

Kelangsungan Hidup Embrio Ikan *Oryzias celebensis* yang Dipelihara pada Media Berbeda dalam Upaya Menyediakan Embrio Uji Ekotoksikologi.

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilalihan tulisan orang lain, bahwa skripsi yang saya tulis ini benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 19 April 2022

Yang menyatakan



Yulia Indasari Lalombo

HALAMAN PERNYATAAN AUTHORSHIP

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Yulia Indasari Lalombo
NIM : L021171311
Program Studi : Manajemen Sumber Daya Perairan
Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa publikasi sebagian atau keseluruhan isi skripsi pada jurnal atau forum ilmiah lain harus seizin dan menyertakan tim pembimbing sebagai *author* dan Universitas Hasanuddin sebagai institusinya. Apabila dalam waktu sekurang-kurangnya dua semester (satu tahun sejak pengesahan skripsi) saya tidak melakukan publikasi dari sebagian atau keseluruhan skripsi ini maka pembimbing sebagai salah seorang dari penulis berhak memublikasikannya pada jurnal ilmiah yang ditentukan kemudian, sepanjang nama mahasiswa tetap diikutkan.

Makassar, 19 April 2022

Mengetahui,

Ketua Program Studi
Manajemen Sumber Daya Perairan


Dr. I. Nediarti, M.Sc.
NIP. 19680106 199103 2 001

Penulis


Yulia Indasari Lalombo
NIM. L021171311

ABSTRAK

Yulia Indasari Lalombo. L021 17 1311. "Kelangsungan Hidup Embrio Ikan *Oryzias celebensis* yang Dipelihara pada Media Berbeda dalam Upaya Menyediakan Embrio Uji Ekotoksikologi" dibimbing oleh **Khusnul Yaqin** sebagai pembimbing utama dan **Sharifuddin Bin Andy Omar** sebagai pembimbing pendamping

Oryzias celebensis merupakan salah satu spesies dari ikan medaka di Sulawesi Selatan. Penelitian mengenai embrio ikan medaka telah banyak dilakukan sebagai hewan uji. Hal tersebut karena embrio ikan tersebut memiliki sensitivitas terhadap berbagai polutan dalam pencemaran lingkungan dan memiliki korion yang transparan sehingga dapat mempermudah dalam melakukan pengamatan. Pada umumnya, media pemeliharaan yang digunakan untuk memelihara embrio ikan medaka, seperti pada spesies *Oryzias latipes*, *O. javanicus*, dan *O. melastigma*, adalah larutan *embryo rearing medium* (ERM). Namun, dalam pembuatannya diperlukan beberapa senyawa kimia untuk media media tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan media air minum dalam kemasan (AMDK), media air Sungai Pattunuang, dan media air sumur untuk mencari alternatif media selain larutan ERM dan mudah diperoleh. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat kelangsungan hidup embrio *O. celebensis* yang dipelihara pada media yang berbeda. Parameter utama dalam penelitian ini yaitu embriogenesis, kelangsungan hidup embrio, serta parameter penunjang yaitu volume kuning telur embrio, waktu penetasan, panjang total larva, kualitas air, dan kandungan media pemeliharaan. Data yang diperoleh dianalisis dengan uji analisis ragam satu arah dan analisis deskriptif berupa tabel dan gambar. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa proses embriogenesis *O. celebensis* pada semua media lebih cepat dibandingkan dengan perkembangan *O. latipes* yang dijadikan sebagai acuan pengamatan. Volume kuning telur pada setiap media mengalami penurunan ukuran seiring dengan perkembangan fase embriogenesis. Hasil pengujian uji statistik analisis ragam satu arah menunjukkan bahwa media pemeliharaan berbeda nyata ($P < 0,05$) terhadap parameter waktu penetasan, tetapi tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) terhadap parameter kelangsungan hidup embrio dan panjang total larva. Kualitas air dan kandungan media pemeliharaan juga masih dalam kondisi yang dapat ditolerir oleh embrio *O. celebensis* kecuali nilai kesadahan air (CaCO_3) yang dapat memengaruhi waktu penetasan. Kesimpulan pada penelitian ini yaitu larutan ERM adalah media yang tepat untuk embrio *O. celebensis* untuk studi ekotoksikologi.

Kata kunci: embriogenesis, ekotoksikologi, larutan ERM, media pemeliharaan, *Oryzias celebensis*

ABSTRACT

Yulia Indasari Lalombo. L021 17 1311. "Survival rates of *Oryzias celebensis* embryos reared in different media in an attempt to provide embryos for ecotoxicological studies" supervised by **Khusnul Yaqin** as a principle supervisor and **Sharifuddin Bin Andy Omar** as co-supervisor.

Oryzias celebensis is a species of medaka fish in South Sulawesi. Research on medaka fish embryos has been widely conducted as a test animal because it has sensitivity to various pollutants in environmental pollution and has a transparent corion that makes it easier to make observations. In general, the rearing medium used to maintain the embryos of medaka fish such as in the species *Oryzias latipes*, *O. javanicus*, and *O. melastigma* is a solution *embryo rearing medium* (ERM). However, in its manufacture, several chemical compounds are needed in the media. Therefore, this study used bottled water media (AMDK), Pattunuang River water media, and well water media to find alternative media other than ERM solution and easy to obtain. The purpose of this study was to determine the survival rate of *O. celebensis* embryos reared on different media. The main parameters in this study are embryogenesis, embryo survival, as well as supporting parameters are embryonic yolk volume, hatching time, total length of larvae, water quality and maintenance media content. The data obtained is analyzed with one way ANOVA tests and descriptive analysis in the form of tables and figures. The results of this study indicated that the embryogenesis processes of *O. celebensis* in all media were faster than the development of *O. latipes* which was used as a reference for embryogenesis observations. The yolk volume in each medium decreased in size along with the development of the embryogenesis phases. The results of the one-way ANOVA statistical test showed that the rearing medium was significantly different ($P < 0.05$) concerning the hatching time parameter, and not significantly different ($P > 0.05$) on the parameters of survival rate of the embryo and total larval length. The water quality of the rearing medium was still in a condition that could be tolerated by the *O. celebensis* embryos except for the concentration of CaCO_3 which could affect the hatching time. This study concludes that ERM solution is the best medium for *O. celebensis* embryos for ecotoxicological studies.

Keywords: *Embryogenesis*, ecotoxicology, *ERM solution*, *embryo rearing medium*, *Oryzias celebensis*

BIODATA



Yulia Indasari Lalombo yang biasa dipanggil dengan Indah adalah anak terakhir dari lima bersaudara. Penulis merupakan anak dari pasangan Bapak Alm. Wilson Lalombo dan Ibu Elfira W. L. Pada tahun 2010 penulis menyelesaikan sekolah dasar di SD Inpres Mangga Tiga. Tahun 2013 menyelesaikan sekolah menengah pertama di SMP Negeri 30 Makassar. Tahun 2016 penulis menyelesaikan sekolah menengah atas di SMA Negeri 18 Makassar. Pada tahun 2017 penulis diterima menjadi mahasiswa pada Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan, Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menjalani proses perkuliahan, penulis pernah menjadi asisten laboratorium Invertebrata Akuatik, laboratorium Dinamika Populasi dan laboratorium Pencemaran Perairan. Pada bidang organisasi kemahasiswaan, penulis pernah menjabat sebagai Badan Pengurus Harian KMP MSP KEMAPI FIKP UNHAS periode 2019 Divisi Hubungan Masyarakat.

Penulis menyelesaikan rangkaian tugas akhir yaitu Kuliah Kerja Nyata (KKN) Tematik dengan tema “Bersatu Melawan Covid-19” gelombang 104 di Kelurahan Paccerakang, Kecamatan Biringkanaya, Kota Makassar, Sulawesi Selatan. Penulis melakukan penelitian dengan judul “Kelangsungan Hidup Embrio Ikan *Oryzias celebensis* yang Dipelihara pada Media Berbeda dalam Upaya Menyediakan Embrio Uji Ekotoksikologi”.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini. Penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan oleh penulis berkat bantuan, dukungan dan doa dari banyak pihak. Penulis menyadari bahwa tanpa adanya bantuan dan dorongan dari berbagai pihak, skripsi ini tidak akan terwujud. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Khusnul Yaqin, M.Sc. selaku penasihat yang selama ini telah mendampingi penulis selama menjalankan proses perkuliahan dan pembimbing utama yang telah banyak meluangkan waktu, memberikan motivasi, arahan, kritik dan saran dalam membimbing penulis dari awal hingga selesainya skripsi ini..
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Sharifuddin Bin Andy Omar, M.Sc. selaku dosen pembimbing pendamping yang telah meluangkan waktu dalam memberikan arahan, kritik dan saran dalam membimbing penulis dari awal hingga selesainya skripsi ini
3. Ibu Dr. Ir. Dewi Yanuarita, M.Si. dan ibu Dr. Ir. Nadiarti, M.Sc. selaku dosen penguji atas arahan, saran dan kritikan yang membangun dalam penulisan skripsi ini.
4. Seluruh staf dan pengajar Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, khususnya para dosen Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan.
5. Ibu terkasih Elfira W. L. dan kakak saya kak Lusi, kak Tina, kak Dion dan kak Lead atas segala doa dan dukungan yang tak henti-hentinya kepada penulis.
6. Seluruh keluarga tercinta serta pihak-pihak yang ikut membantu baik secara langsung maupun tak langsung kepada penulis
7. Brayen Alfayeth yang selalu memberikan bantuan dan semangat kepada penulis.
8. Teman-teman peneliti *Oryzias* squad, teman-teman seperjuangan MSP 2017 dan seluruh warga KMP MSP KEMAPI FIKP UNHAS yang selalu memberi dukungan kepada penulis.

Kesempurnaan hanyalah milik Tuhan Yang Maha Esa. Oleh karena itu, penulis sadar dalam skripsi ini masih banyak kekurangan dan ketidaksempurnaan yang disebabkan oleh keterbatasan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang destruktif dari pembaca.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa memberikan balasan yang berlipat ganda atas amalan dari bantuan yang telah diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini. Amin...

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan, Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, ini dengan judul "Kelangsungan Hidup Embrio Ikan *Oryzias celebensis* yang Dipelihara pada Media yang Berbeda dalam Upaya Menyediakan Embrio Uji Ekotoksikologi".

Skripsi ini disusun oleh penulis guna memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana (S1) Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. Penelitian ini dilakukan selama lima bulan (Januari – Mei 2021). Selama penelitian dan penulisan skripsi ini, ada banyak sekali hambatan yang penulis alami. Namun, berkat bantuan, dorongan serta bimbingan dari berbagai pihak akhirnya skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis beranggapan bahwa skripsi ini merupakan karya terbaik yang dapat penulis persembahkan. Tetapi penulis menyadari bahwa tidak menutup kemungkinan terdapat kekurangan di dalam skripsi ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Akhir kata, penulis berharap agar skripsi ini bermanfaat serta memberi nilai untuk kepentingan ilmu pengetahuan selanjutnya.

Makassar, 19 April 2022

Penulis



Yulia Indasari Lalombo

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan dan Kegunaan	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
A. Klasifikasi Ikan Medaka Sulawesi (<i>Oryzias celebensis</i>).....	3
B. Karakteristik Ikan Medaka	3
C. Habitat dan Distribusi	5
D. Sistem Reproduksi	5
E. Medaka Sebagai Hewan Uji	6
F. Fertilisasi	8
G. Embriogenesis dan Penetasan	9
H. Kelangsungan Hidup (<i>Survival Rate</i>).....	12
I. Media Pemeliharaan pada Embrio Ikan.....	14
III. METODE PENELITIAN	16
A. Waktu dan Tempat	16
B. Alat dan Bahan	16
C. Prosedur Penelitian	17
D. Analisis Data	23
IV. HASIL	24
A. Kelangsungan Hidup Embrio.....	25
B. Embriogenesis Ikan <i>Oryzias celebensis</i>	25
C. Volume Kuning Telur.....	31
D. Waktu Penetasan	31
E. Panjang Total Larva <i>Oryzias celebensis</i>	32
F. Abnormalitas.....	33
G. Kualitas dan Kandungan Mineral dari Media Pemeliharaan	34
V. PEMBAHASAN	36
A. Kelangsungan Hidup Embrio.....	37
B. Embriogenesis Ikan <i>Oryzias celebensis</i>	38
C. Volume Kuning Telur.....	40

D. Waktu Penetasan	40
E. Panjang Total Larva Awal Menetas.....	41
F. Abnormalitas Morfologi.....	42
G. Kualitas Air dan Kandungan Media Pemeliharaan	43
VI. PENUTUP	49
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN	61

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Perbandingan antara ikan zebra (<i>Danio rerio</i>) dan ikan medaka (<i>Oryzias latipes</i>)	7
2. Waktu pengamatan embrio <i>Oryzias celebensis</i> pada media yang berbeda	26
3. Data pengamatan waktu penetasan larva	31
4. Panjang total larva <i>Oryzias celebensis</i> awal menetas	33
5. Komponen yang terkandung di dalam media pemeliharaan	34
6. Perbandingan perkembangan abnormalitas embrio <i>Oryzias melastigma</i> dan embrio <i>Oryzias celebensis</i>	44
7. Abnormalitas pada embrio dan larva ikan medaka	45

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Ikan medaka Sulawesi (<i>Oryzias celebensis</i>).....	3
2. Ikan <i>Oryzias celebensis</i> jantan (atas) dan betina (bawah) (Sumber: Yaqin, 2022).....	4
3. Perilaku reproduksi ikan medaka <i>Oryzias latipes</i> (Kinoshita <i>et al.</i> , 2009).....	9
4. Lokasi pengambilan induk ikan <i>Oryzias celebensis</i> di Sungai Pattunuang (Salo Pattunuangassue), Desa Samangki, Kecamatan Simbang, Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan).....	16
5. Sungai Pattunuang (Salo Pattunuangassue) Desa Samangki, Kecamatan Simbang, Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan.....	18
6. Telur <i>Oryzias celebensis</i>	19
7. Perbedaan telur ikan <i>Oryzias latipes</i>).....	19
8. Penempatan media pemeliharaan dan embrio di dalam <i>microplate</i> 24 lubang.....	20
9. Dimensi pengukuran volume kuning telur embrio <i>Oryzias celebensis</i>	21
10. Pengukuran panjang total tubuh larva <i>Oryzias celebensis</i>	22
11. Pengukuran kandungan media air Sungai Pattunuang dan air sumur.....	23
12. Induk betina ikan <i>Oryzias celebensis</i>	24
13. Perbedaan telur <i>Oryzias celebensis</i>	24
14. Grafik kelangsungan hidup (%) pada setiap media pemeliharaan.....	25
15. Embrio yang mengalami pecahnya lapisan korion di bawah mikroskop binokuler pembesaran 20x.....	25
16. Pengamatan fase <i>cleavage</i> 32 sel embrio <i>Oryzias celebensis</i> pada media yang berbeda.....	27
17. Pengamatan fase morula embrio <i>Oryzias celebensis</i> pada media yang berbeda ..	27
18. Pengamatan fase blastula embrio <i>Oryzias celebensis</i> pada media yang berbeda.....	28
19. Pengamatan fase <i>gastula</i> embrio <i>Oryzias celebensis</i> pada media yang berbeda ..	28
20. Pengamatan fase <i>neurula</i> embrio <i>Oryzias celebensis</i> pada media yang berbeda ..	29
21. Pengamatan fase awal organogenesis embrio <i>Oryzias celebensis</i> pada media yang berbeda.....	30
22. Pengamatan fase akhir organogenesis embrio <i>Oryzias celebensis</i> pada media yang berbeda.....	30
23. Bentuk korion yang terdapat mikroorganisme pada media C (air Sungai Pattunuang).....	30
24. Pola penurunan volume kuning telur embrio <i>Oryzias celebensis</i> selama penelitian.....	31
25. Waktu penetasan embrio <i>Oryzias celebensis</i> pada setiap media.....	32
26. Butir minyak pada telur <i>Oryzias celebensis</i>	34

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Perkembangan embriogenesis embrio <i>Oryzias celebensis</i> di semua media pemeliharaan	62
2. Data dan hasil uji statistik analisis ragam satu arah non-parametrik kelangsungan hidup embrio <i>Oryzias celebensis</i>	79
3. Data volume (mm ³) kuning telur embrio <i>Oryzias celebensis</i> setiap fase pada media yang berbeda.....	81
4. Data dan hasil uji analisis ragam satu arah parametrik waktu penetasan embrio <i>Oryzias celebensis</i>	82
5. Hasil uji analisis ragam satu arah parametrik panjang total larva <i>Oryzias celebensis</i> awal menetas.....	84
6. Data jumlah butiran minyak <i>Oryzias celebensis</i> setiap fase pada media yang berbeda.....	85
7. Pengukuran harian suhu dan pH pada akuarium pemeliharaan induk <i>Oryzias celebensis</i>	86
8. Data hasil pengukuran kandungan media pemeliharaan	87

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Oryzias celebensis adalah salah satu jenis ikan yang tergolong ke dalam kelas Actinopterygii dan salah satu spesies dari ikan medaka di Sulawesi Selatan (Magtoon & Termvidchakorn, 2009; Sari *et al.*, 2018a). Ikan medaka memiliki 36 jenis yang terdistribusi luas di seluruh dunia (Mokodongan *et al.*, 2018). Ikan tersebut dapat ditemukan di Pulau Sulawesi sebanyak 20 jenis yang terdiri atas 17 spesies *Oryzias* dan 4 spesies *Adrianichthys* yang terdistribusi di daerah tersebut. Hal menariknya ialah 20 dari 21 spesies tersebut merupakan endemik Sulawesi (Mandagi *et al.*, 2018).

Ikan medaka merupakan spesies yang sejak dulu telah banyak digunakan oleh para peneliti dalam bidang ekotoksikologi, ekofisiologi, dan banyak bidang lainnya sebagai organisme model bersama dengan ikan zebra (*Danio rerio*). Kedua jenis ini mempunyai begitu banyak kemiripan (Kasahara *et al.*, 2007). Ikan ini digunakan sebagai biota uji karena mempunyai laju pertumbuhan yang cepat, umur dan siklus hidup yang pendek, mudah diidentifikasi dan dibudidayakan, serta memiliki persebaran geografi yang luas (Puspitasari, 2016). Ikan ini juga memiliki ukuran yang kecil dan ikan berukuran kecil telah menjadi pilihan paling populer untuk organisme uji vertebrata karena mereka dianggap sebagai organisme yang paling mudah dipahami di lingkungan perairan (Buikema *et al.*, 1982)

Tidak hanya pada ikannya saja, embrio dari ikan tersebut juga dapat dijadikan sebagai biota uji ekotoksikologi (Puspitasari, 2013). Salah satu persyaratan yang dimiliki sebagai biota uji yaitu embrio ikan medaka ini memiliki sensitivitas yang tinggi terhadap berbagai polutan dalam pencemaran lingkungan (González-Doncel *et al.*, 2003). Embrio ikan medaka juga memiliki korion dan embrio yang transparan selama perkembangannya sehingga hal ini yang menjadikan ikan tersebut sebagai kandidat yang menarik untuk biota uji ekotoksikologi (Oxendine *et al.*, 2006).

Sensitivitas pada tahap awal kehidupan ikan yaitu embrio dan larva dalam banyak kasus sebanding dengan pengamatan siklus hidup penuh suatu individu (Buikema *et al.*, 1982). Sejumlah peneliti telah melaporkan manfaat dari tahap awal kehidupan ikan *Oryzias* untuk menilai resiko ekologis yang ditimbulkan oleh polutan di lingkungan perairan. Pada penelitian Ismail & Yusof (2011) disimpulkan bahwa pengamatan yang dilakukan pada tahap awal kehidupan ikan medaka Jawa (*Oryzias javanicus*) dapat menjadi cara yang efektif guna mengetahui pengaruh paparan dari merkuri dan kadmium. Hasil pengamatan toksisitas pada embrio ikan memiliki hasil dan kualitas yang sebanding atau tidak jauh berbeda dari pengamatan yang dilakukan pada ikannya (Lammer *et al.*, 2009).

Pengamatan yang dilakukan pada embrio ikan tentu perlu memperhatikan pemeliharaan embrio yang tepat. Selain itu, peneliti juga harus memastikan perawatan yang berkelanjutan termasuk penempatannya pada media yang tepat. Larutan *embryo rearing medium* (ERM) merupakan media yang umum digunakan dalam pemeliharaan embrio berbasis laboratorium. Hal tersebut dikarenakan larutan ERM memiliki fungsi untuk membantu dalam perlindungan dari bakteri yang dapat merusak telur (OECD, 2004). Beberapa peneliti telah menggunakan larutan ERM sebagai media pemeliharaan embrio, seperti pada *Oryzias* (Yamamoto, 1939; Oxendine *et al.*, 2006; Powe *et al.*, 2018) dan *D. rerio* (Berry *et al.*, 2007; Westerfield, 2007; Nair *et al.*, 2020).

Walaupun larutan ERM baik digunakan untuk pemeliharaan telur tetapi diperlukan beberapa senyawa kimia dalam pembuatannya. Sebelumnya beberapa peneliti telah menggunakan media pemeliharaan lain dalam skala laboratorium yaitu media air minum dalam kemasan (AMDK) pada larva *D. rerio* (Chang & Zhu, 2018), media air sungai pada embrio *D. rerio* (Michiels *et al.*, 2017), dan media air sumur pada embrio ikan kecil fathead (Wang *et al.*, 2016). Di sisi lain, tersedia alternatif sumber air yang dapat menggantikan peran dari larutan ERM.

Sejauh ini, belum ada studi yang membandingkan penggunaan larutan ERM dan media pemeliharaan lain untuk memelihara embrio ikan *O. celebensis*. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian studi komparasi penggunaan ERM dengan beberapa media lain yang lebih mudah diperoleh untuk pemeliharaan telur *O. celebensis*. Adapun media pemeliharaan alternatif yang digunakan dalam penelitian ini yaitu AMDK merupakan air yang memiliki kandungan mineral, air Sungai Pattunuang yang merupakan habitat ikan *O. celebensis*, dan air sumur yang merupakan air tanah yang mudah untuk didapatkan. Penggunaan media pemeliharaan tersebut diharapkan memiliki pengaruh yang sama atau bahkan lebih baik dari penggunaan larutan ERM untuk digunakan dalam pemeliharaan embrio *O. celebensis*. Selain itu, penelitian ini juga dilakukan untuk menyediakan informasi awal mengenai perkembangan embrio *Oryzias celebensis* yang dipelihara pada media berbeda yang dapat dijadikan sebagai referensi bagi penelitian-penelitian lainnya, khususnya bidang ekotoksikologi.

B. Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat kelangsungan hidup embrio *O. celebensis* yang dipelihara pada media yang berbeda, mengetahui media pemeliharaan yang tepat dan mengamati perkembangan embrio ikan *O. celebensis*.

Kegunaan dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi tentang media yang tepat dalam pemeliharaan dan perkembangan embrio ikan *O. celebensis*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Klasifikasi Ikan Medaka Sulawesi (*Oryzias celebensis*)

Menurut Kottelat (2013), Nelson *et al.* (2016), dan Fricke *et al.* (2021), klasifikasi ikan medaka *O. celebensis* (Gambar 1) adalah:

Phylum Chordata,

Subphylum Craniata,

Infraphylum Vertebrata,

Superclass Gnathostomata,

Class Osteichthyes,

Subclass Actinopterygii,

Division Teleostomorpha,

Subdivision Teleostei,

Superorder Acanthopterygii,

Order Beloniformes,

Famili Adrianichthyidae,

Genus *Oryzias*,

Species *Oryzias celebensis* Weber, 1894



Gambar 1. Ikan medaka Sulawesi (*Oryzias celebensis*)

B. Karakteristik Ikan Medaka

Medaka dalam bahasa Jepang dapat diartikan sebagai mata di atas (*me* = mata; *daka* = tinggi, besar) karena ikan ini memiliki ciri khas yaitu memiliki mata di atas posisi hidung dengan ukuran yang cukup besar (Fahmi *et al.*, 2008). Ikan *O. celebensis* mempunyai berbagai macam karakteristik yang sama dengan ikan medaka lainnya, seperti memiliki siklus hidup yang pendek, embrio dan korionnya yang transparan, perkembangbiakan yang cepat, telur menetas 7 hari setelah pembuahan,

dan benih yang baru menetas tumbuh dan matang secara seksual selama 3 bulan (Zhu *et al.*, 2018). Umumnya ikan medaka betina akan bertelur secara berkelompok setiap harinya (Ishikawa, 2000).

Ikan medaka memiliki tubuh yang transparan, sehingga organ-organ di dalam tubuhnya dapat dilihat secara eksternal (Kinoshita *et al.*, 2009). Tubuh *O. celebensis* memiliki bentuk yang memanjang, berwarna kekuning-kuningan transparan dengan sebuah garis yang samar-samar di bagian belakang samping badan (Said & Hidayat, 2015). Panjang baku tubuh ikan ini tidak lebih dari 3,5 cm (Parenti, 2008). Namun, Zhu *et al.* (2018) menyatakan bahwa ikan *O. celebensis* bisa mencapai panjang maksimal 6 cm atau sekitar dua kali lipat ukuran medaka pada umumnya

Ikan *O. celebensis* jantan dan betina dapat dibedakan secara mudah dengan menggunakan mata telanjang berdasarkan karakteristik seks sekundernya ataupun dari morfologi eksternalnya, seperti terlihat pada Gambar 2. Sirip punggung dan sirip dubur yang dimiliki oleh ikan jantan ukurannya lebih besar dan lebih panjang daripada ikan betina, sirip punggung jantan memiliki lekukan dalam yang terlihat jelas daripada ikan betina (Parenti, 2008). Tubuh pada ikan jantan lebih bewarna dan memiliki bentuk tubuh yang lebih ramping dan pada sirip ekor terdapat garis hitam yang lebih jelas terlihat dibandingkan dengan ikan betina. Selain itu, pada jantan terdapat pula garis kuning yang cerah di sepanjang bagian atas dan bawah tepi sirip ekor daripada betina (Magtoon & Termvidchakorn, 2009).



Gambar 2. Ikan *Oryzias celebensis* jantan (atas) dan betina (bawah) (Sumber: Yaqin, 2022)

Ikan *O. celebensis* merupakan organisme yang bersifat *euryhaline* yaitu memiliki kemampuan dalam menoleransi tingkat salinitas dengan jangkauan yang luas (Myosho *et al.*, 2018). Ikan medaka merupakan ikan yang bersifat pemakan organisme kecil (mikropredator) seperti krustasea, cacing, *Daphnia*, dan lain-lain yang berukuran kecil. Selain itu, ikan medaka juga menyukai pakan buatan kering maupun beku (Said & Hidayat, 2015).

Embrio ikan *O. celebensis* juga memiliki karakteristik yaitu embrio dan korion yang transparan sehingga memudahkan peneliti dalam mengidentifikasinya (Zhu *et al.*, 2018). Pada *O. latipes*, embrionya memiliki struktur korion yang keras dengan rambut-rambut yang terdapat di permukaan korion (Vignet *et al.*, 2019). Kuning telur dari embrio medaka memiliki tambahan tetesan minyak yang terdiri atas cadangan lipid yang diperlukan sebagai nutrisi selama perkembangannya (Iwamatsu, 2004). Embrio ikan medaka juga memiliki sensitivitas terhadap paparan toksikan selama perkembangannya sehingga hal ini yang menjadikan ikan medaka sebagai kandidat yang menarik digunakan untuk biota uji ekotoksikologi (Oxendine *et al.*, 2006).

C. Habitat dan Distribusi

Ikan medaka sejak dulu telah dikenal dengan julukan ikan padi (*rice fish*) karena pada umumnya ikan ini hidup di daerah persawahan, danau, selokan, dan juga di kolam-kolam kecil (Mokodongan & Yamahira, 2015; Hilgers & Schwarzer, 2019). Ikan *O. celebensis* dapat bertahan hidup di laut maupun di air tawar selama tahap embrio hingga dewasa dan spesies ini juga dapat ditemukan pada aliran-aliran sungai (Myosho *et al.*, 2018; Matsumoto *et al.*, 2020). Seringkali juga menempati sungai-sungai kecil dengan aliran deras yang memiliki substrat berbatu dan berlumpur (Sari *et al.*, 2018a).

Ikan *O. celebensis* tersebar di Sulawesi bagian barat daya, Danau Tempe, Timor Leste, dan sungai daerah Mota Talau, Nusa Tenggara Timur (Matsumoto *et al.*, 2020). Di Sulawesi Selatan, ikan ini dapat ditemukan di sungai dekat Danau Matano dan di Danau Sidenreng, serta ditemukan juga pada beberapa sungai di kawasan karst yang memiliki arus lambat di wilayah Maros, Sulawesi Selatan (Said & Hidayat, 2015). Menurut Sari *et al.* (2018b), *O. celebensis* merupakan salah satu ikan yang endemik di Kawasan Karst Maros.

D. Sistem Reproduksi

Berdasarkan pemijahannya, ikan dapat dikelompokkan menjadi vivipar, ovovivipar, dan ovipar (Tang & Affandi, 2000). Ikan medaka merupakan kelompok ikan Teleostei yang termasuk ke dalam golongan ikan ovipar (Shima & Mitani, 2004) yang berarti pada waktu pemijahan ikan ini mengeluarkan telurnya (Burhanuddin, 2008). Pemijahan pada ikan *O. celebensis* biasanya terjadi pada pagi hari (Said & Hidayat, 2015). Induk medaka betina memproduksi telur setiap pagi dalam waktu sekitar satu jam setelah matahari terbit (Lamoreux *et al.*, 2005), dan ikan betina dapat menghasilkan antara 20 – 40 butir telur setiap harinya (Furutani-Seiki & Wittbrodt, 2004).

Telur ikan yang telah dikeluarkan akan membentuk kelompok seperti anggur yang menempel pada abdomen betina yang dihubungkan oleh filamen-filamen (*attaching filaments*) satu sama lain (Wittbrodt *et al.*, 2002a). Telur ikan ini terbungkus dalam korion yang kuat sehingga dapat melindungi telur secara alami sampai mereka menetas (Furutani-Seiki & Wittbrodt, 2004). Telur-telur ini biasanya terlepas dari abdomen induknya dan akan berkembang di dasar habitatnya dalam waktu 9 hari yang kemudian akan menetas sebagai larva (Lamoreux *et al.*, 2005). Ikan ini memiliki kemampuan perkembangbiakan yang cepat sehingga memungkinkan untuk mendapatkan lima generasi dalam setahun (Inoue & Takei, 2003).

Pada penelitian Puspitasari & Suratno (2017) disebutkan bahwa ikan medaka betina memiliki tempat yang berbeda dalam meletakkan telurnya sesuai dengan kondisi airnya. Ikan betina akan membawa telurnya untuk menempel di bagian abdomennya apabila ikan tersebut berada di air tawar dan akan cenderung melepas telurnya di dasar habitatnya apabila ikan tersebut berada di air laut.

E. Medaka Sebagai Hewan Uji

Sejak dulu, ikan medaka telah digunakan sebagai hewan uji terbaik untuk berbagai jenis bidang, salah satunya ekotoksikologi (Setiamarga *et al.*, 2014). Keunggulan ikan medaka yang dimilikinya sebagai hewan uji yaitu ikan yang berukuran relatif kecil, kuat, produktif, dan memiliki ketangguhan yang luar biasa (Ishikawa, 2000). Ketangguhannya ini dibuktikan oleh fakta bahwa ikan ini merupakan Vertebrata pertama yang berhasil berkembangbiak di bawah kondisi gaya berat mikro di pesawat luar angkasa (Ijiri, 2003). Ikan ini juga mudah untuk berkembang biak dan sangat tahan terhadap penyakit ikan pada umumnya (Wittbrodt *et al.*, 2002b).

Selain induknya, embrio ikan medaka juga memiliki beberapa keunggulan sebagai hewan uji karena ukurannya yang kecil, memiliki korion yang transparan sehingga memudahkan peneliti untuk mengamatinya, ketersediaan embrio per hari dalam jumlah yang besar, serta interaksi antara jaringan-jaringan dan organ pun dapat terlihat dengan jelas dengan menggunakan mikroskop (Merino *et al.*, 2020). Kemudian fenotip embrio ikan ini bisa dengan mudah dievaluasi karena embrio dan korionnya yang transparan, telur menetas 7 hari setelah pembuahan dan benih yang baru menetas tumbuh dan matang secara seksual dalam waktu 3 bulan (Ishikawa, 2000).

Umumnya hewan model memiliki berbagai karakteristik yaitu memiliki siklus reproduksi yang pendek, dapat dipelihara pada lingkungan yang terkontrol atau di laboratorium, dan memiliki ukuran yang kecil. Berbagai ikan model yang telah banyak diteliti antara lain *D. rerio* (zebrafish), *Takifugu rubrifus* (pufferfish), *Cyprinus carpio* (ikan mas), *Oncorhynchus mykiss* (rainbow trout), *Pimephales promelas* (fathead

minnow), *Gasterosteus aculeatus* (three-spined stickleback), *Fundulus heteroclitus* (mummichog), dan *Oryzias latipes* (medaka fish) (Fahmi *et al.*, 2008; Kinoshita *et al.*, 2009).

Ikan medaka adalah salah satu organisme model paling penting bersama dengan ikan zebra (*D. rerio*) pada saat ini (Parenti, 2008). Menurut Murata *et al.* (2020), kedua ikan Teleostei ini digunakan sebagai organisme model dikarenakan kemudahan dalam pengaplikasiannya dalam bidang genetika di masa depan dan ukuran genom yang relatif kecil sehingga dapat digunakan sebagai hewan model penyakit manusia. Adapun perbandingan ciri ikan medaka (*O. latipes*) dan ikan zebra (*D. rerio*) sebagai hewan uji menurut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan antara ikan zebra (*Danio rerio*) dan ikan medaka (*Oryzias latipes*) (Murata *et al.*, 2020)

Karakter	<i>Danio rerio</i>	<i>Oryzias latipes</i>
Waktu generasi	12 minggu	6 – 10 minggu
Korion telur	Lembut	Keras
Fekunditas	100—200 telur/minggu	10 – 30 telur/hari
Jumlah kromosom	25 pasang	24 pasang
Ukuran genom	1700 Mbp	800 Mbp
Kisaran suhu yang dapat ditolerir	20—35 °C	4 – 37 °C
Kisaran salinitas yang dapat ditolerir	Data tidak ada	Dapat bertahan hidup di 0—lebih dari 50% air laut

Keterangan: Mbp= *Million base pairs*

Salah satu kelebihan yang dimiliki oleh ikan medaka dibanding dengan ikan zebra yaitu ikan medaka mempunyai kemampuan dalam menunjukkan mutagenesis skala kecil yang berhubungan dengan fenotip yang ikan zebra tidak miliki (Ishikawa, 2000). Keunggulan lain ikan medaka sebagai organisme model yaitu memiliki basis data informasi mengenai biologi reproduksi, fertilisasi, biologi perkembangan, dan biologi molekuler/struktur molekul yang lengkap (Kinoshita *et al.*, 2009).

Ikan medaka juga merupakan spesies yang populer dalam penelitian genomik (Inoue & Takei, 2003). Ukuran file genom yang dimiliki ikan ini sekitar 800 *million base pairs* (Mbp) sehingga membuatnya cocok untuk analisis genomik dan dapat bermutagenesis dalam skala kecil (Ishikawa, 2000). Kasahara *et al.* (2007) menemukan bahwa ikan medaka memiliki *single nucleotide polymorphism* (SNP) pada tingkat rata-rata 3,42% di antara kedua strain bawaan yang berasal dari dua populasi. Sebaliknya, Murata *et al.* (2020) menemukan tingkat SNP antarstrain pada ikan medaka memiliki rata-rata 4% antarpopulasi dan 1% dalam populasi yang sama.

Beberapa peneliti menjadikan ikan medaka sebagai hewan uji ekotoksikologi. Powe *et al.* (2018) melakukan pengujian toksisitas zat oxyfluorfen (OXY) yang mendapatkan hasil bahwa zat ini tidak memiliki efek toksik terhadap embrio medaka. Berbeda dengan larva medaka yang sangat sensitif terhadap zat OXY. Selain itu, Assas *et al.* (2020) melakukan penelitian mengenai efek mikroplastik terhadap ikan medaka. Adapun efek yang ditimbulkan merupakan efek merugikan yang memengaruhi kelangsungan hidup, pertumbuhan, dan reproduksi medaka.

Ikan medaka juga dapat dijadikan sebagai bioindikator karena memiliki karakteristik yang sesuai. Salah satu syarat bioindikator yang harus dipenuhi adalah memiliki kepekaan terhadap lingkungan sekitar (Puspitasari, 2016). Hal ini telah dibuktikan oleh Khodadoust *et al.* (2013) yang menguji sensitivitas ikan medaka terhadap logam kadmium dan tembaga. Hasilnya ikan ini terbukti sensitif terhadap kedua logam tersebut.

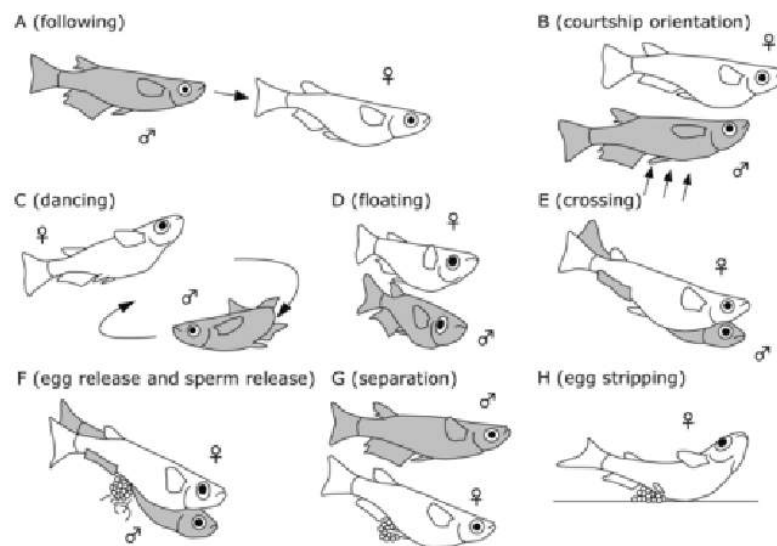
F. Fertilisasi

Fertilisasi atau disebut juga dengan pembuahan merupakan suatu proses penyatuan antara sel telur dan sel sperma yang telah matang sehingga akan membentuk zigot (Setyono, 2009). Pada dasarnya, fertilisasi juga dapat diartikan sebagai penggabungan antara sel kelamin betina dan sel kelamin jantan sehingga akan terbentuk satu sel (zigot) (Tang & Affandi, 2000).

Pada proses fertilisasi, spermatozoa akan memasuki lubang mikrofil yang berada di korion telur ikan. Selanjutnya terjadi peleburan nukleus betina dan nukleus jantan sehingga akan membentuk zigot (Yuniar, 2017). Umumnya, telur di dalam air memiliki lapisan yang keras sehingga tidak dapat ditembus oleh spermatozoa kecuali melalui lubang mikrofil yang berbentuk seperti corong. Lubang mikrofil ini sangat kecil sehingga sperma tidak dapat mungkin melaluinya lebih dari satu kali dalam satu waktu atau dengan kata lain hanya satu sel spermatozoa yang akan berhasil masuk ke dalam lubang mikrofil itu (Yudasmara, 2014). Faktor yang dapat memengaruhi proses fertilisasi pada sel telur adalah kualitas sperma dan telur, serta kecepatan sperma yang spontan saat bergerak menuju lubang mikrofil (Ayer *et al.*, 2019).

Fertilisasi pada ikan medaka terjadi secara eksternal sesaat setelah melakukan pemijahan (Ismail & Yusof, 2011). Pemijahan berlangsung pada pagi hari yang ditandai dengan perubahan warna tubuh induk jantan menjadi lebih menghitam pada bagian tubuhnya dan terlihat kontras antara pola-pola garis di tubuhnya dan warna dasar tubuh ketika siap kawin (Yaqin *et al.*, 2021). Ikan medaka jantan dan betina mengeluarkan sel sperma dan sel telurnya hingga terjadinya pembuahan (Kinoshita *et al.*, 2009).

Medaka biasanya bertelur dalam satu jam pertama setelah lampu dinyalakan (Murata *et al.*, 2020). Menurut Kinoshita *et al.* (2009) perilaku reproduksi pada ikan medaka meliputi: 1) Ikan jantan dewasa mendekati ikan betina dewasa dan mengikut dibelakang betina yang disebut dengan istilah *following* (Gambar 3A). 2) Apabila betina tidak melarikan diri, ikan jantan datang miring ke bawah betina dan berhenti sejenak (*courtship orientation*) (Gambar 3B) kemudian berenang dengan cepat dalam pola melingkar di depan betina (*dancing*) (Gambar 3C). 3) Jika betina menerima, jantan mengapung ke atas betina (*floating*) (Gambar 3D) kemudian menahan betina di sirip punggung dan duburnya dan mendekatkan kloakanya dengan kloaka betina (*crossing*) (Gambar 3E). Setelah jantan dan betina mengapung, mereka menggetarkan tubuhnya selama 15-30 detik kemudian betina dan jantan masing-masing melepaskan sel telur dan sel sperma (Gambar 3F). Telur kemudian dibuahi pada saat itu juga (*egg release and sperm release*). Setelah itu, jantan dan betina berpisah satu sama lain (*separation*) (Gambar 3G). 5) Telur menempel satu sama lain pada filament-filamen berbulu dan menempel pada abdomen betina selama beberapa jam dan kemudian telur di lepas di dasar tangki (*egg stripping*) (Gambar 3H)



Gambar 3. Perilaku reproduksi ikan medaka *Oryzias latipes* (Kinoshita *et al.*, 2009).

G. Embriogenesis dan Penetasan

Embriogenesis (perkembangan embrio) merupakan fase perkembangan embrio yang dimulai pada saat ikan mengalami fertilisasi hingga sebelum ikan menetas atau tahap organogenesis (Rahardjo *et al.*, 2011). Embrio pada ikan akan terus mengalami berbagai perkembangan di dalam telur hingga akhirnya menetas (Herjayanto *et al.*, 2017). Tahap-tahap perkembangan embriogenesis pada ikan hingga akhirnya menetas

menjadi larva adalah tahap *cleavage* (membelahnya sel), tahap morula, tahap blastula (terbentuknya *blastoderma*), tahap gastrula (menutupnya kantung kuning telur), tahap organogenesis hingga embrio menetas dan keluar dari cangkang telur (Kinoshita *et al.*, 2009).

Pada tahap *cleavage* (pembelahan sel), telur akan membelah tahap demi tahap yang diawali dari pembelahan 1 sel, 2 sel, 4 sel, 8 sel, 16 sel, dan 32 sel (Pangreksa *et al.*, 2016). Pembelahan sel untuk tiap jenis ikan membutuhkan waktu yang berbeda-beda. Pada ikan medaka, fase *cleavage* terjadi 1 jam 30 menit setelah terjadinya fertilisasi. Pada pembelahan pertama embrio ikan medaka merupakan tahap perkembangan dua sel yang ditandai dengan terjadinya pembelahan mitosis sel tunggal menghasilkan dua buah sel yang berukuran lebih kecil dan sama. Pembelahan selanjutnya adalah tahap perkembangan empat sel, ditandai dengan terjadinya pembelahan mitosis dari kedua sel menghasilkan empat buah sel. Tahap delapan sel ditandai dengan terjadinya pembelahan keempat sel yang menghasilkan delapan buah sel. Tahap perkembangan selanjutnya yaitu terjadi pembelahan sel secara mitosis yang menghasilkan sel-sel (blastomer) dengan jumlah dua kali lipat yaitu 16 sel yang dimana terjadi pengurangan jumlah globul minyak di kutub vegetal. Selanjutnya yaitu tahap 32 sel yaitu blastomer pusat yang telah membentuk dua lapisan (González-Doncel *et al.*, 2005). Terbentuknya 32 sel ini merupakan tahap akhir fase *cleavage* pada ikan medaka.

Fase morula terjadi pada 64 sel dan mencapai ratusan sel (Annur *et al.*, 2016). Fase morula pada embrio ikan medaka muncul 4 jam setelah terjadinya fertilisasi. Tahap morula embrio ikan medaka ditandai dengan tahap pembelahan sel yang semakin banyak yaitu 64 dan 128+ sel. Pada tahap morula juga blastomer memiliki ukuran yang kecil dan saling tumpang tindih, serta blastomer pusat yang membentuk empat hingga lima lapisan (González-Doncel *et al.*, 2005). Fase blastula ditandai dengan terbentuknya rongga kosong (*blastocoel*) dan terdapat *blastoderm* yang menutupinya (Redha *et al.*, 2014). Fase blastula embrio ikan medaka terjadi 8 jam setelah terjadinya fertilisasi. Blastoderm embrio ikan medaka pada fase blastula ini telah mencapai ketinggian yang lebih tinggi dari kantung kuning telur serta blastomer individual yang sudah tidak dapat dibedakan (González-Doncel *et al.*, 2005).

Setelah itu, memasuki fase gastrula yaitu *blastoderm* meluas dan menutup kuning telur. Perisai embrio dan pergerakan sel yang berasal dari lapisan blastomer di kutub hewani akan terbentuk selama fase gastrulasi berlangsung (Ardhardiansyah *et al.*, 2017). Pada embrio ikan medaka, fase gastrulasi terjadi 10 jam 30 menit setelah terjadinya fertilisasi. Pada fase ini, embrio ikan medaka telah membentuk bibir dorsal (bakal perisai embrio) dan blastoderm yang terus melakukan perluasan hingga

mencapai lebih 75% bola kuning telur. Fase neurula pada embrio ikan medaka ditandai dengan blastoderm yang telah menutup sepenuhnya bola kuning telur, telah terbentuk dua padatan kuncup optik serta vesikel kupffer yang mencolok dan membesar yang terlihat pada bagian ujung ekor tubuh (González-Doncel *et al.*, 2005)

Kemudian, pada fase organogenesis merupakan fase yang dimulai dengan terbentuknya organ-organ seperti ekor, bakal kepala, bakal mata, ruas-ruas tulang belakang, jantung, *otolith* yang semuanya hampir terbentuk dengan sempurna (Diana *et al.*, 2017). Hal tersebut sejalan dengan González-Doncel *et al.* (2005) yang pada penelitiannya, embrio ikan medaka juga mengalami fase organogenesis yang membentuk organ-organ pada embrio tersebut seperti somit, pembentukan lensa *optic*, pembentukan jantung, pembentukan saluran *cuverian* dan pembuluh darah, pembentukan sirip dada sampai dengan pembentukan rahang pada embrio ikan medaka sampai akhirnya embrio menetas menjadi larva.

Keluarnya embrio dari cangkang telur merupakan hasil dari beberapa proses yang biasa disebut dengan penetasan (Yudasmara, 2014). Momen penetasan ini pun biasanya dianggap sebagai garis pemisah antara embrio dan periode larva (Korwin-Kossakowski, 2012). Embrio pada ikan medaka mulai menetas menjadi larva pada hari ke-8 setelah fertilisasi (González-Doncel *et al.*, 2005).

Menurut Tang & Affandi (2000), terdapat dua faktor yang menjadi penyebab terjadinya penetasan pada ikan yaitu: 1) kerja mekanis, embrio banyak melakukan aktivitas pergerakan di dalam cangkangnya dikarenakan ruang di dalam telur mulai berkurang atau embrio yang sudah berukuran lebih..panjang.dibandingkan..ruang yang tersedia..dalam..cangkang..telurnya; 2) kerja enzimatik, karena pada faring embrio terdapat kelenjar endodermal yang dapat mengeluarkan beberapa unsur kimia. Enzim yang bekerja dalam proses penetasan merupakan enzim *chorionase* (Korwin-Kossakowski, 2012). Enzim penetasan medaka terdiri atas enzim koriolitik tinggi (HCE atau *choriolysis* H) dan enzim koriolitik rendah (LCE atau *choriolysis* L) (Yamagami, 1996). Pada telur medaka, korion terdiri atas dua lapisan yaitu lapisan luar yang tipis dan lapisan dalam yang tebal. Enzim penetasan pada medaka hanya mencerna lapisan dalam korion yang prosesnya terdiri atas dua langkah yaitu pembengkakan koriolitik yang disebabkan oleh HCE dan pelarutan struktur yang membengkak oleh LCE (Yasumasu *et al.*, 1989).

Lama perkembangan embriogenesis hingga menetas pada setiap embrio ikan *Oryzias* membutuhkan waktu yang berbeda-beda. Spesies *O. latipes* membutuhkan waktu 9 hari (Iwamatsu, 2004), *O. javanicus* membutuhkan waktu 11 hari (Puspitasari & Suratno, 2017), sedangkan *O. eversi* membutuhkan waktu lebih lama yaitu 18-19 hari (Herder *et al.*, 2012). Informasi mengenai perkembangan embrio ini dapat

membantu dalam memaksimalkan kelangsungan hidup dan meningkatkan pertumbuhan larva ikan dalam melakukan suatu penelitian (Puvaneswari *et al.*, 2009).

H. Kelangsungan Hidup (*Survival Rate*)

Kelangsungan hidup (*survival rate*) merupakan kemampuan organisme untuk bertahan hidup, berkembangbiak, dan menjaga keturunannya agar tetap lestari terhadap lingkungan, seleksi alam maupun dalam perkembangbiakannya (Orland *et al.*, 2004). Kelangsungan hidup juga dapat diartikan sebagai peluang hidup suatu individu ataupun organisme dalam waktu tertentu (Amalia *et al.*, 2018).

Kelangsungan hidup dapat menentukan keberhasilan dalam melakukan kegiatan budi daya. Apabila nilai kelangsungan hidup tinggi, maka kegiatan tersebut dapat dikatakan berhasil. Sebaliknya, apabila nilai kelangsungan hidup rendah, maka kegiatan tersebut mengalami kesalahan atau mendapatkan gangguan dari beberapa faktor yang perlu diperhatikan (Miranti *et al.*, 2017).

Berdasarkan nilainya, tingkat kelangsungan hidup pada ikan dapat dikategorikan sebagai berikut: dikategorikan baik apabila nilainya lebih dari 50%, dikategorikan sedang apabila nilainya di antara 30-50%, dan dikategorikan jelek apabila nilainya lebih rendah dari 30%. Kategori tersebut dapat dijadikan sebagai acuan dalam menentukan keberhasilan suatu kegiatan yang dilakukan (Nurasni, 2012).

Faktor-faktor yang dapat memengaruhi kelangsungan hidup ikan yaitu kualitas air, kesehatan ikan, pakan, suhu, lingkungan, umur ikan (Adewolu *et al.*, 2008), nutrisi yang terkandung dalam..pakan ikan, metode penanganan ikan, dan perubahan cuaca yang ekstrim (Uliza *et al.*, 2017). Selain itu, menurut Karimah (2017) kemampuan organisme dalam beradaptasi dengan lingkungannya, kepadatan populasi, persaingan, dan predator, juga merupakan aspek yang dapat memengaruhi kelangsungan hidup.

Beberapa penyebab lain yang dapat menjadi faktor tingginya angka mortalitas yaitu embrio yang tidak mampu berkembang dan melakukan proses metabolisme untuk membentuk jaringan-jaringan pada calon organ. Selain itu, waktu penetasan embrio yang terlalu cepat dapat menghasilkan larva yang prematur dan tidak dapat bertahan hidup (Hardaningsih *et al.*, 2008). Kematian juga dapat disebabkan apabila daya tahan tubuh pada ikan melemah yang dapat menimbulkan stres dan penyakit (Hernawati & Suantika, 2007).

Tingkat kelangsungan hidup ini juga akan sangat menentukan produksi ikan yang akan diperoleh dan juga tidak lepas dari cara pemeliharaan yang diberikan selama penelitian (Setyono, 2009). Pada tahap perkembangan awal, ikan akan lebih rentan terhadap berbagai parasit, penyakit, dan penanganan pemeliharaan yang kurang hati-hati (Unisa, 2000). Pada masa pemeliharaan, penanganan yang dilakukan

terhadap telur harus dilakukan dengan hati-hati dan juga faktor-faktor yang dapat memengaruhi kelangsungan hidup harus mendukung agar angka mortalitas dapat ditekan (Sari *et al.*, 2004).

Pada umumnya, fase awal yaitu fase embrio dan fase larva merupakan fase yang paling sensitif dan mudah mengalami stres dalam menerima pengaruh dari lingkungan. Kematian massal sering terjadi pada masa awal kehidupan ikan. Masa ini sangat tergantung pada kemampuan telur dan larva ikan dalam menolerir perubahan yang terjadi di lingkungannya (Setyono, 2009). Kelangsungan hidup telur yang telah dibuahi merupakan komponen penting dari keberhasilan reproduksi bagi hewan ovipar. Kelangsungan hidup telur juga dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor yang berbeda, terutama oleh air di sekitarnya (Lehtonen & Kvarnemo, 2015). Media pemeliharaan telur ikan sangat rentan dengan patogen seperti bakteri, jamur, dan jamur air (Phillips *et al.*, 2007)

Spesies ikan medaka khususnya medaka Jepang (*O. latipes*) telah banyak digunakan dalam penelitian biologi eksperimental (Wittbrodt *et al.*, 2002a). Spesies ikan *Oryzias* dipilih dalam penelitian eksperimental karena memiliki kemudahan dalam pemeliharaan dan tingkat pertumbuhan populasi yang tinggi (Oversteet *et al.*, 2000). Ikan *O. latipes* telah dilaporkan memungkinkan melakukan pembiakan di luar habitatnya serta di akuarium (Kinoshita *et al.*, 2009). Pada penelitian Leaf *et al.* (2011) menyatakan bahwa laju perkembangan dari telur hingga menjadi larva pada ikan *O. latipes* dikendalikan oleh sejumlah kondisi eksperimen salah satunya ada suhu. Selain itu, tingkat dan besarnya produksi telur diharapkan sangat berguna bagi peneliti. Egami (1954) melaporkan bahwa produksi telur ikan *O. latipes* seumur hidup biasanya mencapai 1000-3000 telur dan Kinoshita *et al.* (2009) melaporkan bahwa 10-20 ikan *O. latipes* dewasa dapat menghasilkan 20-50 telur per minggu.

Menurut Reznick (1983) memprediksi bahwa ada pengorbanan dalam kemampuan organisme untuk menginvestasikan energi selama perkembangannya. Larva ikan *Oryzias* muncul dari telur dan berkembang pesat seiring dengan waktu. Kemudian setiap individu menyerap kantong kuning telurnya, menjadi motil (kemampuan yang dimiliki organisme untuk bergerak menggunakan energy metabolik), dan mulai memakan sumber makanan eksogen setelah kantong kuning telur yang dimilikinya telah habis (Kirchen & West, 1976).

Kondisi perairan yang menjadi habitat dari suatu individu merupakan salah satu faktor yang perlu diperhatikan dalam menjaga kelangsungan hidupnya (Rudiyanti & Ekasari, 2009). Kualitas air yang baik pada pemeliharaan dan memenuhi syarat dapat membuat dan memberikan pertumbuhan dan kelangsungan hidup menjadi baik pada ikan (Aryani *et al.*, 2018).

I. Media Pemeliharaan pada Embrio Ikan

Air merupakan media yang dibutuhkan organisme untuk kehidupan, tidak terkecuali pada ikan (Yulan *et al.*, 2013). Perkembangan embrio menggunakan sejumlah media dan sistem kultur yang berbeda-beda. Media inipun tentunya memiliki komposisi yang sangat bervariasi, mulai dari larutan garam sederhana hingga media kultur jaringan yang kompleks (Lane & Gardner, 2007).

Secara umum, ikan-ikan dewasa dapat dipelihara di air keran (*tap water*). Beda halnya pada embrio ikan, hal ini sangat tergantung pada kualitas sumber air lokal yang akan digunakan. Kualitas air yang buruk akan berdampak buruk juga pada kesehatan ikan, kerentanannya terhadap penyakit, dan potensi pembiakannya. Kualitas air yang baik yaitu air deionisasi atau air suling harus digunakan kemudian ditambahkan dengan sedikit garam dan mineral. Apabila pasokan air deionisasi yang memadai tidak tersedia, maka sistem tertutup yang menyirkulasi ulang air setelah pemurnian dapat digunakan dan embrio membutuhkan kalsium tambahan yang harus dipertahankan dalam media pemeliharaannya (Westerfield, 2007).

Embrio dan larva muda memiliki persyaratan yang lebih ketat apabila akan dibesarkan dalam air media pemeliharaan (Westerfield, 2007). Media pemeliharaan embrio dirancang untuk menyediakan lingkungan pengasuhan. Sistem ini merupakan kombinasi yang spesifik dari lingkungan, dan memerlukan nutrisi tertentu yang dibutuhkan embrio untuk pertumbuhan optimal (TFC, 2020)

Umumnya telur yang telah terbuahi akan dimasukkan ke dalam media pemeliharaan embrio. Media pemeliharaan tersebut tidak perlu diganti sebelum telurnya menetas. Namun, jika pada telur terlihat tanda-tanda pertumbuhan bakteri maka media pemeliharaan segera diganti. Apabila selama penelitian terdapat embrio yang mati, maka embrio yang mati tersebut dibuang (Wittbrodt *et al.*, 2002a).

Pemeliharaan embrio merupakan salah satu kegiatan terpenting apabila kita akan menggunakan ikan untuk melakukan suatu penelitian. Oleh karena itu, perlunya tanggung jawab untuk memastikan perawatan dan kesejahteraan mereka yang berkelanjutan termasuk penempatannya pada media yang tepat (Wilson, 2012). Ikan zebra merupakan ikan yang memiliki berbagai kemiripan dengan ikan medaka. Embrionya dapat dibesarkan di berbagai media dan juga cukup toleran terhadap berbagai pelarut dan buffer (Berry *et al.*, 2007).

Efek yang dimiliki suatu media pemeliharaan pada embrio dapat dilihat dari perubahan morfologi dan tingkat mortalitas yang terjadi selama masa pemeliharaan embrio berlangsung (Nair *et al.*, 2020). Media pemeliharaan yang kurang tepat akan memengaruhi kelangsungan hidup embrio itu sendiri, dapat membunuh embrio, dan juga dapat menyebabkan perkembangan yang abnormal pada embrio ataupun pada

saat embrio tersebut telah menetas menjadi larva (Westerfield, 2007).

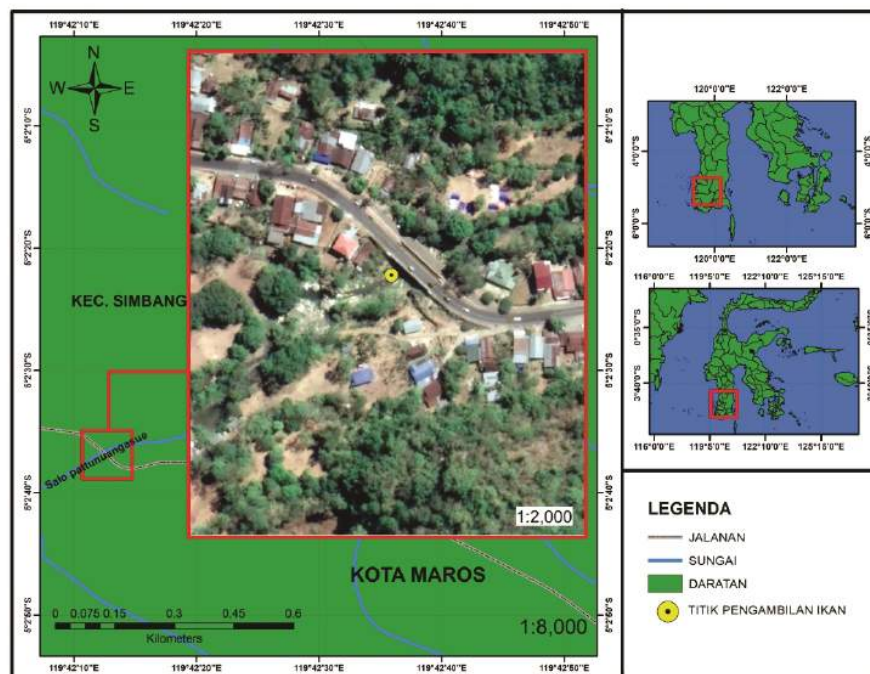
Pada umumnya, media pemeliharaan embrio ikan yang digunakan adalah larutan *embryo rearing medium* (ERM) dengan komposisi 10.0 g NaCl, 0.3 g KCl, 0.4 g CaCl₂ · 2 H₂O, 1.63 g MgSO₄ (Yamamoto, 1939; Padilla *et al.*, 2015). Penggunaan larutan ERM seringkali dimodifikasi oleh peneliti dengan menambahkan larutan sesuai kebutuhannya ataupun membuat solusi stok media pemeliharaan yang baru (Oxendine *et al.*, 2006). Adapun larutan yang ditambahkan seperti larutan metilen biru yang berfungsi untuk menghambat pertumbuhan bakteri dan jamur (Powe *et al.*, 2018), larutan Na₂HPO₄ dan KH₂PO₄ berfungsi sebagai larutan penyangga untuk menstabilkan pH (Jardine & Litvak, 2003), *dimethyl sulfoxide* (DMSO) berfungsi untuk melarutkan berbagai bahan kimia organik dan anorganik (Oxendine *et al.*, 2006), dan NaCOH₃ yang berfungsi untuk menstabilkan kualitas air (Padilla *et al.*, 2015).

Pengujian larutan toksik terhadap embrio medaka biasanya dilakukan dengan cara memasukkan larutan tersebut ke dalam media pemeliharaan. Pada penelitian González-Doncel *et al.* (2008) diuji tiga larutan yaitu *dimethyl sulfoxide* (DMSO), metanol dan etanol pada embrio *O. latipes*. Adapun efek yang terjadi adalah deformitas tulang belakang, kegagalan dalam penetasan, dan yang paling fatal dapat menyebabkan kematian pada embrio. Larutan etanol merupakan pemberi efek paling parah pada embrio *O. latipes* dibandingkan dengan larutan DMSO dan metanol.

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari sampai Mei 2021. Pengambilan sampel dilakukan selama 2 hari, pemeliharaan induk *O. celebensis* dilakukan selama 4 bulan, pengamatan embrio *O. celebensis* pada media berbeda dilakukan selama 23 hari, dan pengukuran kandungan media pemeliharaan dilakukan selama 7 hari. Pengambilan induk ikan *O. celebensis* dilakukan di S. Pattunuang, Desa Samangki, Kecamatan Simbang, Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan. Sungai ini dikenal dengan nama lokal Salo Pattunuangassue (Gambar 4). Analisis sampel dilakukan di Laboratorium Fisiologi Hewan Air dan Laboratorium Kualitas Air, Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar.



Gambar 4. Lokasi pengambilan induk ikan *Oryzias celebensis* di Sungai Pattunuang (Salo Pattunuangassue), Desa Samangki, Kecamatan Simbang, Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan (Sumber: Google Earth).

B. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah plastik digunakan sebagai wadah untuk membawa ikan dari lokasi pengambilan sampel. Aerator digunakan sebagai penyuplai oksigen. Akuarium berukuran 70 cm x 40 cm x 40 cm digunakan sebagai wadah pemeliharaan ikan. *Siphon cleaner* digunakan untuk membersihkan akuarium. Serok digunakan untuk mengambil ikan dari akuarium dan digunakan untuk menyaring *Artemia*. Cawan petri digunakan sebagai wadah untuk memisahkan embrio