

**GERAKAN RAHANG EMBRIO *Oryzias celebensis*
SEBAGAI BIOMARKER UNTUK MENDETEKSI
TOKSISITAS KADMIUM (Cd)**



**DWI ARYANI
L021201050**



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
DEPARTEMEN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**GERAKAN RAHANG EMBRIO *Oryzias celebensis*
SEBAGAI BIOMARKER UNTUK MENDETEKSI
TOKSISITAS KADMIUM (Cd)**

**DWI ARYANI
L021201050**



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
DEPARTEMEN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**GERAKAN RAHANG EMBRIO *Oryzias celebensis*
SEBAGAI BIOMARKER UNTUK MENDETEKSI
TOKSISITAS KADMIUM (Cd)**

DWI ARYANI
L021201050

Skripsi

sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan

pada

**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
DEPARTEMEN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

SKRIPSI
GERAKAN RAHANG EMBRIO *Oryzias celebensis*
SEBAGAI BIOMARKER UNTUK MENDETEKSI
TOKSISITAS KADMIUM (Cd)

DWI ARYANI
L021201050

Skripsi,

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana Dwi Aryani pada 25 November
2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

pada

Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan
Departemen Perikanan
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan
Universitas Hasanuddin
Makassar

Mengesahkan,

Pembimbing tugas akhir,



Prof. Dr. Ir. Khusnul Yaqin, M.Sc
NIP. 196807261994031002

Pembimbing pendamping



Prof. Dr. Ir. Joeharnani Tresnati, DEA
NIP. 196509071989032001



Mengetahui
Ketua Program Studi,

Dr. Sri Wahyuni Rahim, S.T., M.Si
NIP. 197509152003122002

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul “Gerakan Rahang Embrio *Oryzias celebensis* Sebagai Biomarker Untuk Mendeteksi Toksisitas Kadmium (Cd)” adalah benar karya saya dengan arahan dari (Prof. Dr. Ir. Khusnul Yaqin, M.Sc dan Prof. Dr. Ir. Joeharnani Tresnati, DEA.). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 25 November 2024



Dwi Aryani
L021201050

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Gerakan Rahang Embrio *Oryzias celebensis* sebagai Biomarker untuk Mendeteksi Toksisitas Kadmium (Cd)”. Skripsi ini merupakan salah satu syarat dalam rangka penyelesaian studi pada Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan, Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini dengan setulus hati dan segala kerendahan hati penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah berperan dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis mengucapkan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Khusnul Yaqin, M.Sc selaku penasehat akademik yang mendampingi penulis selama menjalankan proses perkuliahan dan selaku dosen pembimbing utama yang telah banyak meluangkan waktu, memberikan motivasi, arahan, kritik dan saran dalam penyusunan skripsi ini.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Joeharnani Tresnati, DEA. selaku pembimbing pendamping yang telah meluangkan waktu, memberikan motivasi, arahan, kritik dan saran dalam penyusunan skripsi ini.
3. Ibu Dr. Sri Wahyuni Rahim, S.T., M.Si dan Bapak Dr. Ir. Budiman Yunus, MP. selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktu dan pikirannya untuk memberikan masukan dan saran dalam proses penyelesaian skripsi ini.
4. Seluruh staf pengajar dan tenaga pendidik Departemen perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, khususnya dosen Manajemen Sumberdaya Perairan yang telah memberikan ilmunya dan mengajarkan banyak hal selama proses perkuliahan.
5. Teristimewa kedua orang tua saya, bapak Mappedasse dan ibu Basnatang yang selalu menjadi penyemangat saya sebagai sandaran terkuat dari kerasnya dunia. Yang tidak henti-hentinya memberikan kasih dan sayang dengan penuh cinta dan selalu memberikan motivasi, terima kasih selalu berjuang untuk kehidupan saya, terima kasih untuk semua doa dan dukungan ibu dan bapak sehingga saya berada di titik ini. Beliau memang tidak sempat merasakan pendidikan bangku perkuliahan, namun mereka mampu memberikan yang terbaik, hingga penulis mampu menyelesaikan studinya sampai meraih gelar sarjana. Semoga bapak dan ibu sehat, panjang umur dan bahagia selalu. I love you more
6. Kakak saya Taufiq Hidayat dan Adik saya Alysah Azzahrah yang tiada henti memberikan doa, dukungan dan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Keluarga besar Masse dan Saharuddin yang telah menjadi rumah tempat kembali yang banyak memberikan nasihat, dukungan dan sumber kebahagiaan serta motivasi bagi penulis dalam melanjutkan dan menyelesaikan pendidikan. Terima kasih telah menjadi orang tua kedua penulis selama di Makassar.
8. Sahabatku Mirna Dewi, Adiatna Ayu Kamila, Jusra Risna Wati, A. Arisa Putri, Rahmi dan Nada Wulandari, terima kasih telah menjadi bagian tak terpisahkan dari perjalanan hebat penulis. Terima kasih karena selalu bersedia mendengar keluh kesah, setia menemani, menghibur dan berbagi banyak hal kepada penulis.

9. Teman-teman MSP 20 yang penulis tidak dapat disebutkan namanya satu per satu yang telah berjuang bersama-sama dan memberi bantuan serta dukungan selama penulis menempuh studi hingga penyelesaian skripsi ini.
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, terima kasih telah memberikan motivasi dan bantuan dalam penyelesaian skripsi ini.
11. Terakhir terima kasih untuk diri sendiri Dwi Aryani karena telah kuat dan berusaha keras berjuang sampai sejauh ini, tidak menyerah sesulit apapun rintangan kuliah ataupun proses penyusunan skripsi dan terus berusaha sampai akhirnya dapat menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih diriku semoga tetap rendah hati, ini baru awal dari permulaan hidup, tetap semangat kamu pasti bisa.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya untuk pihak yang terlibat dalam proses penyusunan skripsi ini. Semoga bantuan tulus yang telah diberikan mendapat imbalan yang berlipat ganda dari Allah SWT, semoga di masa yang akan datang skripsi ini bisa berguna dan bermanfaat bagi banyak orang terutama bagi penulis.

Penulis,



Dwi Aryani

ABSTRAK

DWI ARYANI. **Gerakan Rahang Embrio *Oryzias celebensis* Sebagai Biomarker Untuk Mendeteksi Toksisitas Kadmium (Cd)** (dibimbing oleh Khusnul Yaqin dan Joeharnani Tresnati)

Latar belakang. *Oryzias celebensis* salah satu ikan endemik Sulawesi dari kelompok teleostei yang ditemukan di perairan tawar serta payau. Ikan ini sering digunakan dalam penelitian toksikologi dan studi lainnya. Embrio spesies ini sangat sensitif terhadap berbagai kontaminan sehingga dapat dijadikan sebagai biota uji. Logam pencemar kadmium bersifat beracun pada konsentrasi tinggi sehingga dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan embrio. **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh kadmium terhadap gerakan rahang embrio *Oryzias celebensis* sebagai biomarker. **Metode.** Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni hingga Juli tahun 2024 menggunakan embrio *Oryzias celebensis* yang diberi paparan kadmium dengan konsentrasi kontrol, 0,05 ppm, 0,1 ppm dan 0,15 ppm. Paparan dimulai pada stadia 17 dengan masing-masing perlakuan sebanyak 10 telur. Parameter yang diamati yaitu jumlah somit, detak jantung, gerakan rahang, laju penyerapan kuning telur dan waktu penetasan. **Hasil.** Penelitian ini menunjukkan bahwa paparan kadmium tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ($P>0,05$) pada jumlah somit sedangkan pada denyut jantung, gerakan rahang, laju penyerapan kuning telur dan waktu penetasan menunjukkan perbedaan yang nyata ($P<0,05$). Denyut jantung mengalami takikardia dan bradikardia, sedangkan gerakan rahang menurun pada stadia 36 dan meningkat pada stadia 37 dengan konsentrasi 0,15 ppm. Laju penyerapan kuning telur terendah terjadi pada konsentrasi 0,1 ppm. Sementara, waktu penetasan lebih cepat pada media kontrol dan konsentrasi 0,05 ppm, tetapi lebih lambat pada konsentrasi 0,1 ppm dan 0,15 ppm. **Kesimpulan.** Hal tersebut menunjukkan bahwa parameter denyut jantung, gerakan rahang, laju penyerapan kuning telur dan waktu penetasan bisa dijadikan sebagai biomarker pada embrio ikan *Oryzias celebensis*.

Kata kunci: *Oryzias celebensis*, Kadmium, Gerakan Rahang, Biomarker, Ikan Endemik Sulawesi

ABSTRACT

DWI ARYANI. **Jaw Movement of *Oryzias celebensis* Embryos as a Biomarker to Detect Cadmium (Cd) Toxicities** (supervised by Khusnul Yaqin and Joeharnani Tresnati)

Background. *Oryzias celebensis* is one of the endemic fish of Sulawesi from the teleost group found in fresh and brackish waters. This fish is often used in toxicology research and other studies. The embryos of this species are susceptible to various contaminants so that they can be used as test biota. Cadmium pollutant metal is toxic at high concentrations so that it can inhibit the growth and development of embryos. **Objective.** This study aims to analyze cadmium's effect on *Oryzias celebensis* embryos' jaw movements. **Methods.** This study was conducted in June to July 2024 using *Oryzias celebensis* embryos exposed to cadmium with control concentrations of 0.05 ppm, 0.1 ppm, and 0.15 ppm. Exposure began at stage 17, with ten eggs in each treatment. The parameters observed were the number of somites, heart rate, jaw movement, yolk absorption rate, and hatching time. **Results.** This study showed that cadmium exposure did not show significant differences ($P>0.05$) in the number of somites. In contrast, heart rate, jaw movement, yolk absorption rate, and hatching time showed significant differences ($P<0.05$). Heart rate experienced tachycardia and bradycardia, while jaw movement decreased at stage 36 and increased at stage 37 with a concentration of 0.15 ppm. The lowest yolk absorption rate occurred at a concentration of 0.1 ppm. Meanwhile, hatching time was faster in control media and had a concentration of 0.05 ppm but was slower at 0.1 ppm and 0.15 ppm concentrations. **Conclusion.** The results show that heart rate, jaw movement, yolk absorption rate, and hatching time can be biomarkers in *Oryzias celebensis* embryos.

Keywords: *Oryzias celebensis*, Cadmium, Jaw Movement, Biomarkers, Endemic Fish of Sulawesi

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGANTAR	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan dan Kegunaan.....	3
BAB II	4
METODE PENELITIAN.....	4
2.1 Waktu dan Tempat.....	4
2.2 Alat dan Bahan	4
2.3 Prosedur Penelitian.....	4
2.3.1 Pemeliharaan Induk <i>Oryzias celebensis</i>	4
2.3.2 Pembuahan Embrio <i>Oryzias celebensis</i>	5
2.3.3 Seleksi Telur	5
2.3.4 Rancangan Penelitian	5
2.4 Parameter Penelitian.....	6
2.4.1 Jumlah Somit	6
2.4.2 Detak Jantung	7
2.4.3 Gerakan Rahang.....	7
2.4.4 Laju Penyerapan Kuning Telur.....	7
2.4.5 Waktu Penetasan.....	7
2.5 Analisis Data	7
BAB III	8
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	8
3.1 Hasil	8

3.1.1 Jumlah Somit	8
3.1.2 Detak Jantung	9
3.1.3 Gerakan Rahang	10
3.1.4 Laju Penyerapan Kuning Telur	11
3.1.5 Waktu Penetasan	12
3.2 Pembahasan	13
3.2.1 Jumlah Somit	13
3.2.2 Detak Jantung	13
3.2.3 Gerakan Rahang	15
3.2.4 Laju Penyerapan Kuning Telur	16
3.2.5 Waktu Penetasan	17
BAB IV	19
KESIMPULAN DAN SARAN	19
5.1 Kesimpulan	19
5.2 Saran	19
DAFTAR PUSTAKA	20
LAMPIRAN	25

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Perbedaan telur ikan <i>Oryzias latipes</i> (a) belum terbuahi, (b) sudah terbuahi; PS (Perivitelline Space) (Iwamatsu, 2011).	5
2. <i>Lay out</i> microplate penelitian	6
3. Jumlah somit embrio <i>Oryzias celebensis</i>	8
4. Denyut Jantung Embrio <i>Oryzias celebensis</i> pada setiap perlakuan dan kontrol.....	9
5. Gerakan rahang embrio <i>Oryzias celebensis</i> stadia 36.....	10
6. Gerakan rahang embrio <i>Oryzias celebensis</i> stadia 37.....	10
7. Laju penyerapan kuning telur embrio <i>Oryzias celebensis</i>	11
8. Waktu penetasan embrio <i>Oryzias celebensis</i> pada setiap perlakuan	12

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Hasil uji statistik <i>Kruskal-Wallis test</i> jumlah somit embrio <i>Oryzias celebensis</i>	26
2. Hasil uji statistik <i>Kruskal-Wallis test</i> detak jantung embrio <i>Oryzias celebensis</i>	27
3. Hasil uji statistik <i>Kruskal-Wallis test</i> gerakan rahang embrio <i>Oryzias celebensis</i>	37
4. Hasil uji statistik <i>Kruskal-Wallis test</i> laju penyerapan kuning telur embrio <i>Oryzias celebensis</i>	39
5. Hasil uji statistik <i>Kruskal-Wallis test</i> waktu penetasan embrio <i>Oryzias celebensis</i> ...	40
6. Grafik detak jantung embrio <i>Oryzias celebensis</i> pada setiap stadia	41
7. Dokumentasi Penelitian	43

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pencemaran logam di suatu perairan telah menjadi salah satu masalah yang sangat berbahaya atau beracun bila ditemukan dalam tingkat stabilitas dan konsentrasi yang tinggi (Wijayanti & Lestari, 2017). Umumnya, sumber pencemaran di perairan berasal dari logam-logam yang terdapat dalam air buangan di kawasan pemukiman, daerah pertanian dan perkotaan, serta kawasan industri (Sahabuddin et al., 2014). Oleh karena itu, logam berpengaruh secara langsung terhadap pertumbuhan dan perkembangan organisme hidup karena organisme memiliki kemampuan mengakumulasi logam dalam tubuh melalui rantai makanan (Emilia et al., 2013). Salah satu jenis logam yang menjadi bahan pencemaran di lingkungan perairan yaitu kadmium (Cd) yang merupakan salah satu logam yang banyak terdapat di lingkungan perairan akibat adanya kegiatan antropogenik (Rahadian & Riani, 2019).

Pengaruh logam kadmium di lingkungan perairan mengakibatkan gangguan sistem biologis pada suatu organisme karena kemampuannya untuk terakumulasi dengan mudah dalam tubuh organisme sehingga dapat menyebabkan gangguan dan kelainan di berbagai organ (Rumahlatu, 2011). Kadmium yang masuk ke dalam tubuh organisme akan meracuni tubuh serta menghambat kerja enzim dalam melakukan aktivitas metabolisme sehingga menyebabkan kerusakan pada beberapa organ organisme seperti insang, jantung, otot, hati, otak dan tulang (Rahadian & Riani, 2019). Menurut Malinda et al., (2019) kadmium dapat mengganggu pertumbuhan, detak jantung, dan pembentukan tulang pada embrio. Efeknya bisa berupa peningkatan atau penurunan aktivitas berenang, pertumbuhan yang tidak teratur, perubahan pola gerakan rahang, perubahan arah gerak atau bahkan mengakibatkan embrio mati atau kelumpuhan parsial. Selain itu, paparan kadmium yang berlebihan dapat menyebabkan daya tetas yang rendah, keterlambatan waktu penetasan, serta penurunan panjang, berat dan tinggi pada embrio (Barjhoux et al., 2012). Salah satu cara efektif dalam mendeteksi pencemaran kadmium adalah dengan menggunakan organisme hidup sebagai sentinel organism.

Biomarker dapat digunakan sebagai penanda biologis terhadap zat beracun di lingkungan yang mencerminkan sejauh mana organisme terpapar dan terkadang mencerminkan dampak toksiknya (Berniyanti, 2018). Penggunaan biomarker pada ikan berperan penting dalam mengevaluasi tingkat pencemaran di lingkungan perairan dan memberikan peringatan awal terkait ancaman lingkungan yang ditimbulkan (Barjhoux et al., 2012). Menurut Gerber et al., (2018) biomarker digunakan untuk menilai respon biologis berbagai spesies ikan terhadap paparan polutan seperti *Astyanax aeneus*, *Labeo capensis*, *Astyanax altiparanae*, *Cyprinus carpio* dan *Clarias gariepinus*. Pengukuran respon biologis ini bertujuan untuk menunjukkan bahwa suatu organisme telah terpapar polutan dan mengalami efek toksikologis pada struktur dan fungsi biologisnya. Selain itu, ikan jenis *Oryzias* juga sering dijadikan sebagai bioindikator, agen biomonitoring atau organisme uji dalam penelitian pencemaran (Yaqin, 2019).

Ikan medaka Sulawesi (*Oryzias celebensis*) merupakan kelompok ikan teleostei berukuran kecil yang dapat ditemukan di perairan tawar, payau bahkan di kolam-kolam

kecil dan wilayah persawahan (Fahmi et al., 2015). Ikan ini dapat ditemukan di Pulau Sulawesi sebanyak 21 jenis yang terdiri atas 17 spesies *Oryzias* dan 4 spesies *Adrianichthys* yang tersebar di daerah tersebut. Hal menariknya adalah dari 21 spesies terdapat 20 spesies yang merupakan endemik Sulawesi (Mandagi et al., 2018).

Ikan medaka sering digunakan sebagai hewan percobaan dalam penelitian toksikologi dan berbagai penelitian lainnya (Yaqin, 2021; Yaqin et al., 2024; Berger, 2010). Banyak penelitian yang menggunakan embrio dari spesies ini sebagai model uji karena laju pertumbuhannya yang cepat, memiliki umur dan siklus hidup yang pendek, mudah diidentifikasi dan dibudidayakan, serta memiliki persebaran geografis yang luas. Embrio ikan medaka ini juga dapat dijadikan sebagai biota uji karena memiliki sensitivitas yang tinggi (Parenti, 2008). Berdasarkan penelitian Liu et al., (2021) penggunaan embrio sebagai hewan uji terhadap bahan pencemar nikel (Ni) menunjukkan bahwa paparan Ni terhadap embrio dapat mengubah ukuran telur, detak jantung dan gerakan rahang serta menyebabkan penurunan daya tetas, peningkatan laju deformitas dan mengurangi panjang total tubuh larva yang baru menetas.

Selain itu, menurut Witeska et al., (2014) paparan kadmium pada *Leuciscus idus* menunjukkan dampak berupa abnormalitas seperti waktu penetasan yang lebih lama, larva yang memiliki tubuh pendek, kuning telur dan gelembung renang yang lebih kecil dari ukuran normalnya. *Soldatov catfish* juga mengalami dampak paparan kadmium berupa abnormalitas seperti pendarahan pada ekor, tulang belakang yang bergelombang, ukuran ikan yang lebih kecil hingga mortalitas (Zhang et al., 2012). Berdasarkan hasil uji toksisitas akut oleh Khodadoust et al., (2013) paparan kadmium pada embrio ikan medaka Jawa dewasa dan juvenil menunjukkan bahwa logam kadmium ini merupakan racun yang mematikan bagi tahap perkembangan embrio menjadi ikan medaka dewasa.

Beberapa penelitian yang mengkaji pengaruh bahan pencemar terhadap embrio antara lain penelitian Damayani et al., (2022) mengatakan bahwa penggunaan bahan pencemar logam Pb dapat memengaruhi kelangsungan hidup embrio ikan medaka (*Oryzias celebensis*). Selain itu, Wang et al., (2020) menjelaskan bahwa penggunaan bahan pencemar logam Cu pada embrio ikan medaka menimbulkan efek letal dan subletal yang signifikan, serta meningkatkan detak jantung atau gerakan rahang dan panjang tubuh total larva yang baru menetas secara signifikan.

Gerakan rahang ditandai dengan terbukanya rahang bawah yang menyebabkan pergerakan rahang. Gerakan rahang pada embrio ikan medaka merupakan salah satu tahap dalam pertumbuhan dan perkembangan ikan. Pada umumnya, perkembangan embrio tergantung pada nutrisi yang disimpan dalam kuning telur. Selama masa perkembangan, kuning telur memiliki peranan penting dalam embriogenesis. Kuning telur menyediakan pasokan nutrisi yang diperlukan untuk organogenesis pada tahap awal setelah pembuahan sedangkan pada hari sebelum menetas, kuning telur memberikan energi untuk aktivitas metabolisme (Lalombo et al., 2021). Gerakan rahang pada embrio ini berfungsi untuk menghasilkan enzim yang berguna untuk proses penetasan karena enzim itu akan menipiskan lapisan korion pada embrio sehingga apabila korion tersebut semakin menipis maka proses penetasan menjadi lebih mudah. Oleh karena itu, jika organisme tersebut tidak menggerakkan rahangnya karena adanya

bahan pencemar kadmium maka gerakan rahang dapat dijadikan sebagai biomarker untuk mendeteksi bahan pencemar tersebut.

Penelitian mengenai efek kadmium telah banyak dilakukan pada ikan medaka Sulawesi (*O. celebensis*). Namun, belum ada penelitian yang menggunakan gerakan rahang embrio ikan ini sebagai biomarker bahan pencemar kadmium. Oleh karena itu, penelitian pada gerakan rahang embrio *O. celebensis* sebagai biomarker pencemaran kadmium perlu dilakukan.

1.2 Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh bahan pencemar kadmium terhadap gerakan rahang embrio *Oryzias celebensis* sebagai biomarker. Kegunaan dari penelitian ini adalah diharapkan dapat memberikan informasi sekaligus sebagai rujukan biomarker bahan pencemar kadmium terhadap embrio *Oryzias celebensis* untuk mendukung pengelolaan sumber daya perairan.

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni sampai Juli 2024. Pengambilan sampel ikan *Oryzias celebensis* dilakukan di Sungai Taddeang, Desa Samangki, Kecamatan Simbang, Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan dan pengamatan sampel dilakukan di Laboratorium Fisiologi Hewan Air, Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar.

2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah aerator digunakan sebagai penyuplai oksigen pada akuarium. 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* sp. Cawan petri digunakan sebagai wadah untuk memisahkan embrio ikan. Pipet tetes digunakan untuk mengambil sampel embrio dan larutan. Gelas ukur untuk mengukur volume larutan. Botol sampel untuk menyimpan larutan. *Microplate 24-wells* digunakan untuk menyimpan embrio yang diamati. Label digunakan sebagai penanda pada tempat penyimpanan sampel. *Object glass* digunakan sebagai tempat objek pengamatan. *Deck glass* digunakan sebagai penutup objek yang telah diletakkan di *objek glass*. Mikroskop trinokuler digunakan untuk mengamati objek pengamatan. Kamera *Optilab* digunakan untuk menampilkan objek yang sedang diamati di bawah mikroskop ke layar laptop. Laptop digunakan untuk menangkap dan menyimpan gambar hasil pengamatan. Alat tulis menulis digunakan untuk mencatat hasil pengamatan.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah induk ikan *Oryzias celebensis* sebagai penyedia embrio. Telur ikan *O.celebensis* sebagai objek pengamatan yang diteliti. Alkohol 70% digunakan untuk mensterilkan tempat objek pengamatan. Larutan kadmium sebagai bahan pencemar untuk embrio. *Tissue* digunakan untuk membersihkan tempat objek pengamatan. Pelet *otohime* B1 dan *Artemia* digunakan untuk makanan ikan. Larutan *Embryo Rearing Medium* (ERM) digunakan sebagai media pemeliharaan embrio ikan.

2.3 Prosedur Penelitian

2.3.1 Pemeliharaan Induk *Oryzias celebensis*

Induk *O.celebensis* diperoleh dari aliran Sungai Taddeang, Kabupaten Maros, Provinsi Sulawesi Selatan kemudian dipelihara dalam akuarium yang dilengkapi dengan aerator. Induk ikan tersebut diberi pakan secukupnya yaitu 5% dari bobot tubuhnya. Pakan pelet (merek Fengli) diberikan dengan frekuensi dua kali sehari pada pukul 08.00 dan 16.00 sedangkan untuk *Artemia* sp diberikan sekali sehari pada pukul 12.00 agar ikan dapat mendapatkan pasokan makanan yang cukup dan dapat menghasilkan produksi telur yang baik. Suhu air akuarium diukur menggunakan termometer dan derajat keasamannya menggunakan pH-meter setiap hari sampai induk betina mengeluarkan telur. Selain itu, akuarium juga dibersihkan dari feses dan sisa-sisa pakan di dasar

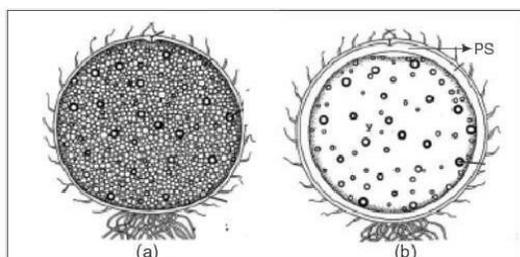
akuarium setiap empat hari sekali. Pembersihan dilakukan dengan cara membuang airnya menggunakan *siphon cleaner* sehingga menyisakan air sebanyak $\frac{1}{4}$ air dalam akuarium, lalu akuarium kembali diisi dengan air secukupnya.

2.3.2 Pembuahan Embrio *Oryzias celebensis*

Pembuahan pada induk ikan *O. celebensis* terjadi secara alami di dalam akuarium. Induk betina yang telah bertelur dikeluarkan dari akuarium menggunakan serok dan telurinya diambil dengan hati-hati dan langsung dipindahkan ke cawan petri yang telah terisi larutan *Embryo Rearing Medium* (ERM). Telur membentuk kelompok yang menyerupai buah anggur yang terhubung oleh filamen-filamen (*attached filaments*). Cara yang dilakukan untuk memisahkan telur dari filamen-filamennya yaitu memutar telur-telur menggunakan jari telunjuk secara perlahan sampai terpisah satu sama lain.

2.3.3 Seleksi Telur

Telur yang telah dipisahkan dari induknya kemudian diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 40x untuk menyeleksi telur yang digunakan. Untuk menentukan telur ikan *Oryzias* yang telah terbuahi mengacu kepada Iwamatsu (2011). Apabila pada telur masih belum terdapat ruang *perivitelline* maka telur belum terbuahi dan tidak bisa untuk digunakan. Apabila telur telah membentuk ruang *perivitelline* maka telur telah terbuahi dan telur inilah yang digunakan Gambar 1.

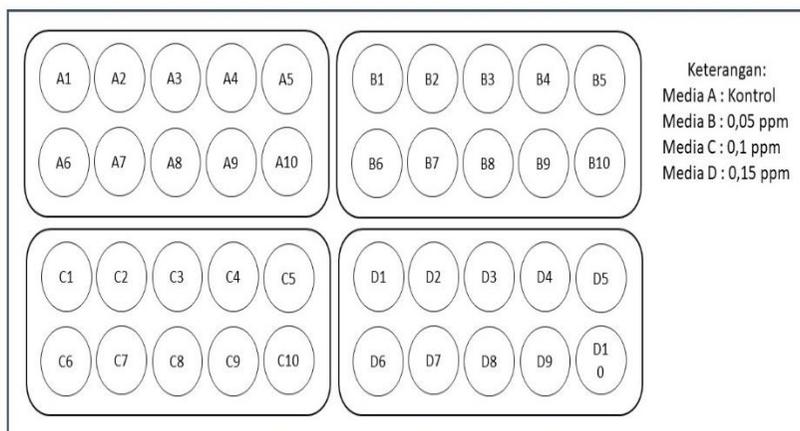


Gambar 1. Perbedaan telur ikan *Oryzias latipes* (a) belum terbuahi, (b) sudah terbuahi; PS (*Perivitelline Space*) (Iwamatsu, 2011).

2.3.4 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan menggunakan rancangan kuasi eksperimen. Kuasi eksperimen merupakan salah satu jenis rancangan penelitian dimana penempatan subjek penelitian ke dalam kelompok eksperimen atau perlakuan tidak dilakukan secara acak (Hastjarjo, 2019). Rancangan ini menggunakan 4 perlakuan (media pemeliharaan) dengan 10 kali pengulangan (masing-masing satu butir telur). Perlakuan yang digunakan pada penelitian ini adalah perlakuan A yaitu media kontrol atau *Embryo Rearing Medium* (ERM), perlakuan B yaitu larutan kadmium 0,05 ppm, perlakuan C yaitu larutan kadmium 0,1 ppm dan perlakuan D yaitu larutan kadmium 0,15 ppm. Merujuk kepada Peraturan Gubernur Kalimantan Selatan No. 05 tahun 2007 tentang Peruntukan dan Baku Mutu Air Sungai dan sejenisnya yaitu 0,1 mg/L kemudian konsentrasi tersebut dikurangi sebanyak 0,05 mg/L dan dinaikkan sebanyak 0,05 mg/L (Nisa et al., 2021). Media pemeliharaan *Embryo Rearing Medium* (ERM) yang biasa digunakan memiliki komponen 10,0 g NaCl,

0,3 g KCl, 0,4 g CaCl, 2 ml H₂O, 1,63 g MgSO₄ yang dicampur dengan 1 ml NaHCO₃ (0,25 g/20 ml H₂O)) (Padilla et al., 2009). Penempatan atau *lay out microplate* percobaan dapat dilihat pada (Gambar 2)



Gambar 2. *Lay out microplate* penelitian

Media pemeliharaan yang digunakan dimasukkan ke dalam *microplate* 24-well dengan menggunakan pipet tetes. Setiap lubang dari *microplate* diisi dengan media pemeliharaan sebanyak 2 ml. Setelah itu, masing-masing *microplate* dimasukkan dengan satu telur yang terbuahi (telah melewati tahap seleksi telur). Jumlah telur yang digunakan untuk masing-masing perlakuan adalah sebanyak sepuluh butir telur. Total keseluruhan telur yang diamati yaitu 40 butir telur yang diperoleh dari pemijahan induk betina di dalam akuarium. Embrio dipaparkan dengan bahan pencemar mulai dari stadia 17 hingga menetas. Perkembangan embrio mengacu pada penelitian González-Doncel et al., (2005) yang telah melakukan pengamatan embriogenesis pada ikan *Oryzias latipes* dan Yaqin, (2021) pada embrio *Oryzias celebensis*.

2.4 Parameter Penelitian

Pengukuran parameter seperti perkembangan somit, detak jantung, gerakan rahang, laju penyerapan kuning telur dan waktu penetasan dilakukan menggunakan mikroskop dengan perbesaran 40x dan 100x. Gambar perkembangan embrio kemudian dicatat dan didokumentasikan dengan aplikasi *Optilab* di laptop yang telah terhubung, mengacu pada penelitian González-Doncel et al., (2005)

2.4.1 Jumlah Somit

Jumlah somit dihitung secara langsung dari gambar yang diambil menggunakan mikroskop. Jumlah somit dihitung pada awal stadia terbentuknya somit yaitu stadia 19 (29 jam) sampai stadia 21 (34 jam).

2.4.2 Detak Jantung

Detak jantung embrio *O. celebensis* dihitung secara manual dengan menggunakan pengamatan di bawah mikroskop perbesaran 40x dan 100x melalui aplikasi optilab dengan mencatat jumlah banyaknya detak jantung dalam satu menit. Detak jantung mulai muncul pada stadia 24 yang biasanya terjadi pada (46 jam) hingga berubah menjadi larva.

2.4.3 Gerakan Rahang

Gerakan rahang embrio *O. celebensis* dihitung secara manual di stadia 36 dengan menggunakan pengamatan di bawah mikroskop perbesaran 40x dan 100x melalui aplikasi optilab dengan mencatat jumlah banyaknya gerakan rahang dalam satu menit. Gerakan rahang ini mulai terlihat pada stadia 36 yang biasanya terjadi pada (194 jam) hingga berubah menjadi larva

2.4.4 Laju Penyerapan Kuning Telur

Laju penyerapan kuning telur embrio *Oryzias celebensis* dihitung menggunakan volume kuning telur stadia awal pada stadia 17 dan volume kuning telur stadia akhir pada stadia 37. Laju penyerapan kuning telur dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Kendal et al., 1984):

$$LKT = \frac{(V_o - V_t)}{T}$$

LKT : Laju penyerapan kuning telur (mm³/jam)

V_o : Volume awal kuning telur (mm³)

V_t : Volume akhir kuning telur (mm³)

T : Waktu (jam)

2.4.5 Waktu Penetasan

Pengamatan waktu penetasan dilakukan dengan melihat apabila selaput korion telur pecah dan larva aktif bergerak. Telur yang menetas kemudian dicatat setiap harinya dari hari pertama penetasan sampai semua embrio pada setiap media pemeliharaan menetas. Hanya embrio yang mampu sepenuhnya keluar dari korion yang dikatakan menetas, sedangkan yang tidak keluar dari korion dikatakan tidak menetas (Wang et al., 2020).

2.5 Analisis Data

Analisis data statistik dilakukan dengan *software Graphpad Prism 5* dengan menggunakan uji statistik non parametrik yaitu uji *Kruskal-Wallis* untuk menganalisis perbandingan jumlah somit, detak jantung, gerakan rahang, laju penyerapan kuning telur dan waktu penetasan.