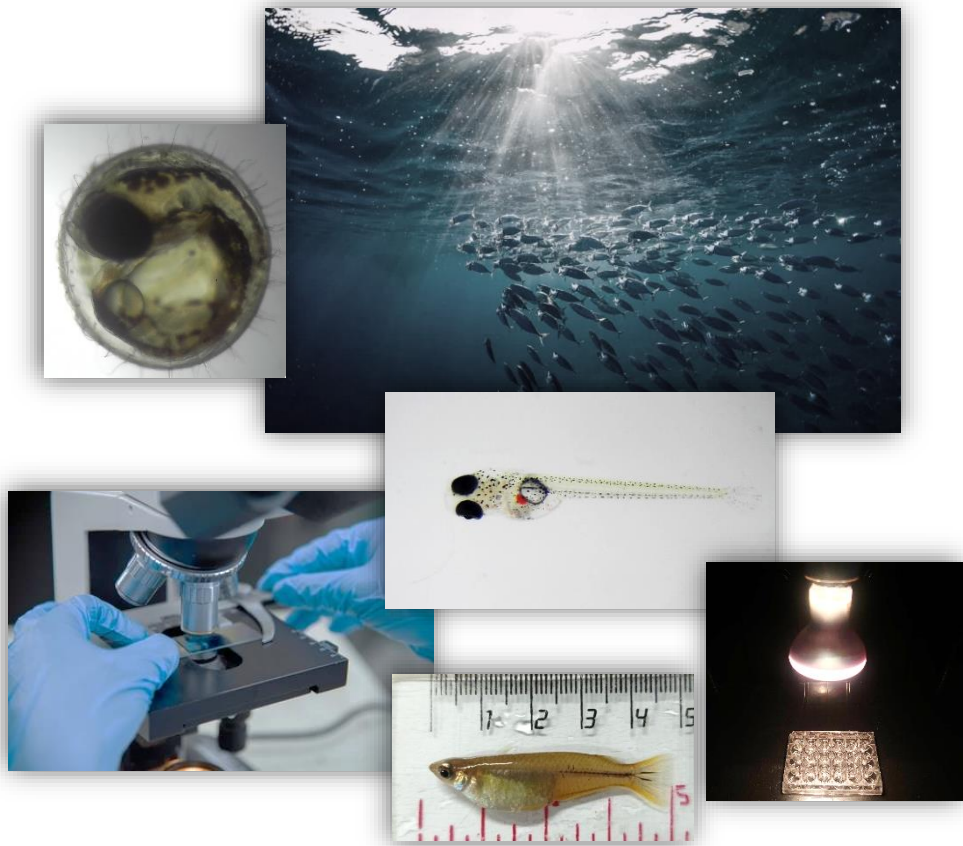


**PENGARUH PAPARAN SINAR ULTRAVIOLET-A TERHADAP EMBRIO
IKAN MEDAKA (*Oryzias celebensis*)**



**RHIENA YULINAR DWIYANTI
L021191034**



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

**PENGARUH PAPARAN SINAR ULTRAVIOLET-A TERHADAP EMBRIO
IKAN MEDAKA (*Oryzias celebensis*)**

**RHIENA YULINAR DWIYANTI
L021191034**



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**PENGARUH PAPARAN SINAR ULTRAVIOLET-A TERHADAP EMBRIO
IKAN MEDAKA (*Oryzias celebensis*)**

RHIENA YULINAR DWIYANTI
L021191034

Skripsi

sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan

pada

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

SKRIPSI

PENGARUH PAPARAN SINAR ULTRAVIOLET-A TERHADAP EMBRIO IKAN MEDAKA (*Oryzias celebensis*)

RHIENA YULINAR DWIYANTI

L021191034

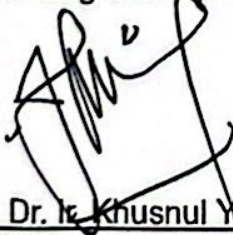
Skripsi,

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana Rhiena Yulinar Dwiyanti pada
bulan tahun dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

pada

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

Mengesahkan,
Pembimbing utama,



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

Pembimbing pendamping,



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

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 "Pengaruh Paparan Sinar Ultraviolet-A Terhadap Embrio Ikan Medaka (*Oryzias celebensis*)" adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing utama (Prof. Dr. Ir. Khusnul Yaqin, M.Sc) dan pembimbing pendamping (Dr. Sri Wahyuni Rahim, S.Pi., M.Si). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun 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.



12 November 2024

Rhiena Yulinar Dwiyantri
L021191034

Ucapan Terima Kasih

Penelitian yang saya lakukan dapat terlaksana dengan sukses dan skripsi ini dapat terampungkan atas bimbingan, diskusi dan arahan Prof. Dr. Ir. Khusnul Yaqin, M. Sc sebagai pembimbing utama, Dr. Sri Wahyuni Rahim, S.T., M. Si sebagai pembimbing pendamping, dan Jamaluddin Fitrah Alam, S.Pi., M.Si., Ph. D dan Wilma Joanna Carolina, S. Kel., M.Agr., Ph. D sebagai penguji. Saya mengucapkan berlimpah terima kasih kepada mereka.

Ucapan terima kasih juga saya ucapkan kepada Seluruh staf dan pengajar Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan khususnya para dosen Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan yang turut membantu dan memberikan saran pada penyusunan skripsi ini.

Akhirnya, kepada kedua orang tua tercinta Bapak Rahimuddin sahid dan Ibu Sunarty saya mengucapkan limpah terima kasih dan sembah sujud atas doa, pengorbanan dan motivasi mereka selama saya menempuh pendidikan. Penghargaan yang besar juga saya sampaikan kepada seluruh keluarga serta pihak pihak yang turut membantu, memberikan motivasi, dan dukungan yang tak ternilai.

Penulis,



Rhiena Yulinar Dwiyantri

ABSTRAK

RHIENA YULINAR DWIYANTI. **Pengaruh Paparan Sinar Ultraviolet-A Terhadap Embrio Ikan Medaka (*Oryzias celebensis*)** (dibimbing oleh Khusnul Yaqin dan Sri Wahyuni Rahim)

Latar belakang. Pemanasan global yang meningkat berdampak negatif pada keberlanjutan lingkungan. Ozon menyerap radiasi ultraviolet, sementara karbon organik melindungi organisme perairan. Namun, penipisan ozon akibat polusi meningkatkan radiasi UV yang merugikan organisme dan ekosistem perairan. **Tujuan.** Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis pengaruh paparan sinar UV-A terhadap embrio ikan Medaka (*Oryzias celebensis*). **Metode.** Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan embrio *O. celebensis* yang dipapar dengan UV-A (320-400 nm) selama 3 hari dengan waktu paparan 15, 30 dan 60 menit. Pada penelitian ini juga terdapat embrio kontrol. Paparan sinar UV-A dilakukan pada saat embrio memasuki stadia 17. Variabel yang diamati yaitu, kelangsungan hidup embrio, volume kuning telur, laju penyerapan kuning telur, jumlah somit, detak jantung, gerakan rahang, waktu penetasan dan panjang larva awal menetas. **Hasil.** Paparan sinar UV-A tidak memengaruhi kelangsungan hidup embrio ikan Medaka *Oryzias celebensis* namun berdampak signifikan pada detak jantung, waktu penetasan, dan panjang larva awal menetas. Embrio yang dipapar UV-A memicu penetasan lebih dini yang mengakibatkan larva memiliki waktu pertumbuhan yang lebih singkat. **Kesimpulan.** Paparan sinar UV-A memberikan dampak yang signifikan terhadap embrio *O. celebensis*. Parameter yang menunjukkan hasil yang signifikan terdapat pada detak jantung, panjang larva awal menetas, dan waktu penetasan embrio.

Kata kunci: *Oryzias celebensis*, embrio, radiasi ultraviolet, UV-A

ABSTRACT

RHIENA YULINAR DWIYANTI. **Effect of Ultraviolet Light-A Exposure on Medaka Fish Embryos (*Oryzias celebensis*)** (supervised by Khusnul Yaqin and Sri Wahyuni Rahim)

Background. Increasing global warming has a negative impact on environmental sustainability. Ozone absorbs ultraviolet radiation, while organic carbon protects aquatic organisms. However, ozone depletion due to pollution increases UV radiation that is detrimental to organisms and aquatic ecosystems. **Purpose.** The purpose of this study is to analyze the effect of UV-A exposure on the embryos of Medaka fish (*Oryzias celebensis*). **Method.** This study was conducted using *O. celebensis* embryos exposed to UV-A (320-400 nm) for 3 days with exposure times of 15, 30 and 60 minutes. In this study, there are also control embryos. Exposure to UV-A light is done when the embryo enters stadia 17. The variables observed were, embryo survival, yolk volume, yolk absorption rate, number of somites, heart rate, jaw movement, hatching time and length of the initial hatching larvae. **Result.** Exposure to UV-A rays does not affect the survival of Medaka fish *Oryzias celebensis* embryos but has a significant impact on heart rate, hatching time, and early hatching larval length. Embryos exposed to UV-A trigger early hatching which results in the larvae having a shorter growth time. **Conclusion.** Exposure to UV-A rays has a significant impact on *O. celebensis* embryos. Parameters that showed significant results were found in heart rate, length of initial hatching larvae, and hatching time of embryos.

Keywords: *Oryzias celebensis*, embryo, ultraviolet radiation, UV-A

DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1. 1. Latar Belakang.....	1
1. 2. Tujuan dan Manfaat	2
BAB II. METODE PENELITIAN.....	3
2. 1. Waktu dan Tempat	3
2. 2. Alat dan Bahan.....	3
2. 3. Prosedur Penelitian.....	3
2. 4. Analisis Data	8
BAB III. HASIL	9
3. 1. Kelangsungan Hidup Embrio	9
3. 2. Volume Kuning Telur	10
3. 3. Laju Penyerapan Kuning Telur	10
3. 4. Jumlah Somit	11
3. 5. Detak Jantung.....	12
3. 6. Gerakan Rahang.....	13
3. 7. Waktu Penetasan.....	14
3. 8. Panjang Larva Awal Menetas.....	15
BAB IV. PEMBAHASAN	16
4. 1. Kelangsungan Hidup Embrio	16
4. 2. Volume Kuning Telur	16
4. 3. Laju Penyerapan Kuning Telur	17

4. 4. Jumlah Somit	17
4. 5. Detak Jantung.....	18
4. 6. Gerakan Rahang.....	19
4. 7. Waktu Penetasan.....	19
4. 8. Panjang Larva Awal Menetas.....	20
4. 9. Panjang Larva Awal Menetas.....	21
BAB IV. KESIMPULAN.....	22
5. 1. Kesimpulan	22
5. 2. Saran	22
DAFTAR PUSTAKA	23
LAMPIRAN	29

DAFTAR GAMBAR

Nomor urut		Halaman
1.	Desain eksperimen pemaparan embrio <i>O. celebensis</i>	5
2.	Skema pemaparan sinar UV-A terhadap embrio <i>O. celebensis</i>	6
3.	Grafik tingkat kelangsungan hidup embrio ikan Medaka <i>O. celebensis</i> pada setiap perlakuan dan embrio kontrol	9
4.	Volume kuning telur <i>O. celebensis</i> pada setiap dan kontrol	10
5.	Laju penyerapan kuning telur embrio <i>O. celebensis</i> pada setiap perlakuan dan kontrol	11
6.	Jumlah somit embrio <i>O. celebensis</i> pada setiap perlakuan dan kontrol	12
7.	Detak jantung embrio embrio <i>O. celebensis</i> pada setiap perlakuan dan kontrol. Simbol (*) menunjukkan perbedaan yang signifikan dari kontrol	13
8.	Jumlah gerakan rahang pada embrio <i>O. celebensis</i> pada setiap perlakuan kontrol.....	14
9.	Waktu penetasan embrio <i>O. celebensis</i> pada setiap perlakuan dan kontrol. Simbol (*) menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap kontrol.....	15
10.	Panjang tubuh larva <i>O. celebensis</i> awal menetas pada setiap perlakuan dan kontrol. Simbol (*) menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap kontrol	16

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor urut	Halaman
1. Data kelangsungan hidup embrio <i>O. celebensis</i>	29
2. Hasil dan data statistik pengukuran volume kuning telur embrio <i>O. celebensis</i>	30
3. Hasil dan data statistik pengukuran laju penyerapan kuning telur embrio <i>O. celebensis</i>	32
4. Data dan hasil uji analisis statistik jumlah somit embrio <i>Oryzias</i> <i>Celebensis</i>	33
5. Hasil uji analisis statistik detak jantung embrio <i>O. celebensis</i>	35
6. Hasil perhitungan gerakan rahang embrio <i>O. celebensis</i>	44
7. Hasil analisis waktu penetasan embrio <i>O. celebensis</i>	45
8. Hasil analisis panjang larva awal menetas embrio <i>O. celebensis</i>	46
9. Dokumentasi penelitian	48

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pemanasan global merupakan permasalahan yang kian dialami serta dirasakan oleh seluruh masyarakat di dunia dengan adanya kondisi peningkatan suhu yang semakin panas, kondisi cuaca yang tak menentu juga merupakan tanda-tanda terjadi pemanasan global (Wahyuni & Suranto, 2021). Fenomena meningkatnya suhu atau pemanasan global terjadi hampir di seluruh dunia sehingga memberikan dampak negatif terhadap indeks keberlanjutan lingkungan (Sejati, 2019). Penggunaan bahan bakar fosil dan kegiatan alih guna lahan merupakan kegiatan manusia yang memicu adanya pemanasan global. Kegiatan tersebut menghasilkan gas apabila jumlahnya semakin banyak di atmosfer, terutama gas karbon dioksida (CO₂) melalui proses yang disebut efek rumah kaca (Mulyani, 2021).

Ozon adalah gas tidak stabil yang merupakan bagian alami dari troposfer melalui interaksi radiasi matahari dengan hidrokarbon (Pandiselvam et al., 2017). Ozon berada pada lapisan stratosfer yang terletak 50 km di atas permukaan bumi. Pada kehidupan sehari-hari ozon berfungsi menyerap seluruh radiasi ultraviolet. Ultraviolet merupakan salah satu bagian dari spektrum elektromagnetik dan tidak membutuhkan medium untuk merambat. Ultraviolet mempunyai rentang panjang gelombang antara 400-100 nm yang berada di antara spektrum sinar X dan cahaya tampak (Hendriyanto, 2011). Ultraviolet terbagi menjadi beberapa golongan yaitu, UV-A dengan panjang gelombang lebih dari 320 nanometer, UV-B dengan panjang gelombang antara 290 sampai 320 nanometer dan UV-C dengan panjang gelombang kurang dari 290 nanometer. Ozon melindungi bumi dari sinar ultraviolet yang tidak bisa diterima langsung oleh manusia. Namun pada faktanya terdapat fenomena penipisan lapisan ozon yang disebabkan oleh fenomena kimia karena adanya Klorin dan Bromin yang merusak ozon dalam jumlah besar (Harahap et al., 2022).

Radiasi sinar UV sebagian besar diserap karbon organik yang berfungsi untuk mengurangi paparan radiasi sinar UV terhadap organisme perairan. Penipisan lapisan ozon yang diakibatkan oleh pencemaran akibat aktivitas manusia mengakibatkan peningkatan radiasi UV-B yang menembus hingga biosfer yang memberikan efek negatif untuk organisme perairan dan ekosistem perairan. Pada perairan, paparan radiasi UV-A dan UV-B dapat tebus hingga dasar perairan (Alves & Agustí, 2020).

Efek buruk dari adanya radiasi sinar UV pada tahap perkembangan embrio dan larva ikan memberikan beberapa efek buruk yaitu kelainan pada perkembangan, perubahan perilaku serta metabolisme, dan peningkatan kematian terhadap embrio dan larva ikan (Vásquez et al., 2016). Penelitian mengenai efek paparan sinar UV terhadap larva dan embrio ikan telah banyak dilakukan. (Icoglu Aksakal & Ciltas, 2018) telah melakukan penelitian mengenai dampak UV-B yang dikombinasikan dengan suhu pada ikan Zebra (*Danio rerio*) dan menyatakan hasil yang didapatkan adanya toksisitas perkembangan pada embrio-larva ikan Zebra (*Danio rerio*),

ditunjukkan dengan peningkatan kematian dan malformasi, penurunan laju detak jantung, dan periode penetasan yang tertunda. Penelitian mengenai efek radiasi sinar UV-A pada ikan medaka Jepang *O. latipes* yang dilakukan oleh Sayed et al. (2019) menyatakan bahwa ikan medaka Jepang *O. latipes* yang dipaparkan dengan sinar UV-A mengalami kerusakan jaringan otak dan sistem saraf.

O. celebensis yang dipapar dengan UV-C mengalami beberapa abnormalitas pada parameter yang digunakan seperti abnormalitas pada detak jantung (Idris, 2023). Penelitian Idris (2023) ini masih perlu dilanjutkan dengan penelitian pemaparan *O. celebensis* dengan UV-A. Hal ini karena keberadaan UV-C sangat jarang ditemukan di alam, karena UV-C dan UV-B secara alami akan diserap oleh lapisan ozon sehingga yang lepas ke bumi dan perairan adalah UV-A. Oleh karena itu penelitian pemaparan UV-A pada embrio *O. celebensis* perlu dilakukan.

1. 2. Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis pengaruh paparan sinar UV-A terhadap embrio ikan Medaka *O. celebensis*. Manfaat dari penelitian ini yaitu untuk menyediakan informasi dalam upaya mengkarakterisasi dampak negatif dari UV-A terhadap organisme perairan. Penelitian ini juga membantu memahami dampak paparan UV-A pada embrio ikan Medaka *O. celebensis*, yang penting untuk konservasi, kesehatan populasi ikan, dan pengelolaan ekosistem perairan.

BAB II METODE PENELITIAN

2.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan November 2023 sampai Mei 2024. Pengambilan induk dan analisis sampel ikan *O. celebensis* 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 menggunakan *container box* yang berisi embrio di *microplate* dan lampu UV-A dengan panjang gelombang 320-400 nm dan berjarak 40 cm dari *microplate*. Akuarium berukuran 70 cm x 40 cm x 40 cm digunakan sebagai wadah pemeliharaan ikan. Aerator digunakan sebagai penyuplai oksigen. *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 ikan. Pipet tetes digunakan untuk mengambil sampel embrio dan larutan yang akan digunakan. *Microplate* 24 lubang digunakan untuk menyimpan sampel yang diteliti. Termometer digunakan sebagai pengukur suhu air di akuarium. Alat pH-meter digunakan untuk mengukur derajat keasaman air akuarium dan media pemeliharaan. Label digunakan sebagai penanda embrio pada *microplate*. *Object glass* digunakan sebagai tempat obyek pengamatan. *Deck glass* digunakan sebagai penutup objek yang diletakkan di atas kaca objek. Mikroskop stereo dan trinokuler digunakan untuk mengamati obyek pengamatan. Kamera Optilab digunakan untuk menampilkan objek yang sedang diamati di bawah mikroskop ke layar laptop. Laptop digunakan untuk menangkap dan menyimpan gambar. Alat tulis menulis yang digunakan untuk mencatat hal-hal yang diperlukan.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu ikan *O. celebensis* sebagai induk dari sampel yang akan diamati. Telur ikan *O. celebensis* digunakan sebagai obyek pengamatan yang diteliti. Alkohol 70% berfungsi untuk mensterilkan tempat obyek pengamatan. Kertas tisu digunakan untuk membersihkan tempat obyek pengamatan. Pelet *otohime* B1 dan Artemia digunakan untuk makanan ikan. Larutan ERM yang berfungsi sebagai media pemeliharaan embrio ikan.

2.3. Prosedur penelitian

2.3.1 Pemeliharaan induk *Oryzias celebensis*

Induk ikan *O. celebensis* dipelihara dalam akuarium yang dilengkapi dengan aerator. Induk ikan tersebut kemudian diberi pakan menggunakan pelet Fengli atau Artemia. Pemberian pakan dilakukan pada pukul 09:00, 12:00 dan 16:00 WITA sebanyak tiga kali sehari agar ikan mendapatkan pasokan makanan yang cukup dan dapat

menghasilkan produksi telur yang baik. Pemberian pakan dilakukan setiap hari dengan rentang waktu 3-4 jam sekali (Kinoshita et al., 2009). Suhu air akuarium diukur menggunakan termometer dan derajat keasamannya menggunakan pH-meter setiap hari sampai induk betina mengeluarkan telurnya. Selain itu, akuarium juga dibersihkan dari feces dan sisa-sisa pakan 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 diisi dengan air tawar secukupnya.

2.3.2 Pembuahan embrio *Oryzias celebensis*

Pembuahan pada induk ikan *O. celebensis* terjadi secara alami di dalam akuarium. Pembuahan pada ikan *O. celebensis* terjadi secara eksternal segera setelah pemijahan (Ismail & Yusof, 2011). Ikan *O. celebensis* jantan dan betina mengeluarkan sel sperma dan sel telur hingga terjadinya pembuahan (Kinoshita et al., 2009). Induk betina yang telah bertelur dikeluarkan dari akuarium menggunakan serok dan telurnya diambil dengan hati-hati dan langsung dipindahkan ke cawan petri yang telah terisi larutan ERM. Embrio membentuk kelompok yang menyerupai buah anggur yang terhubung oleh filamen-filamen (*attached fillaments*). 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

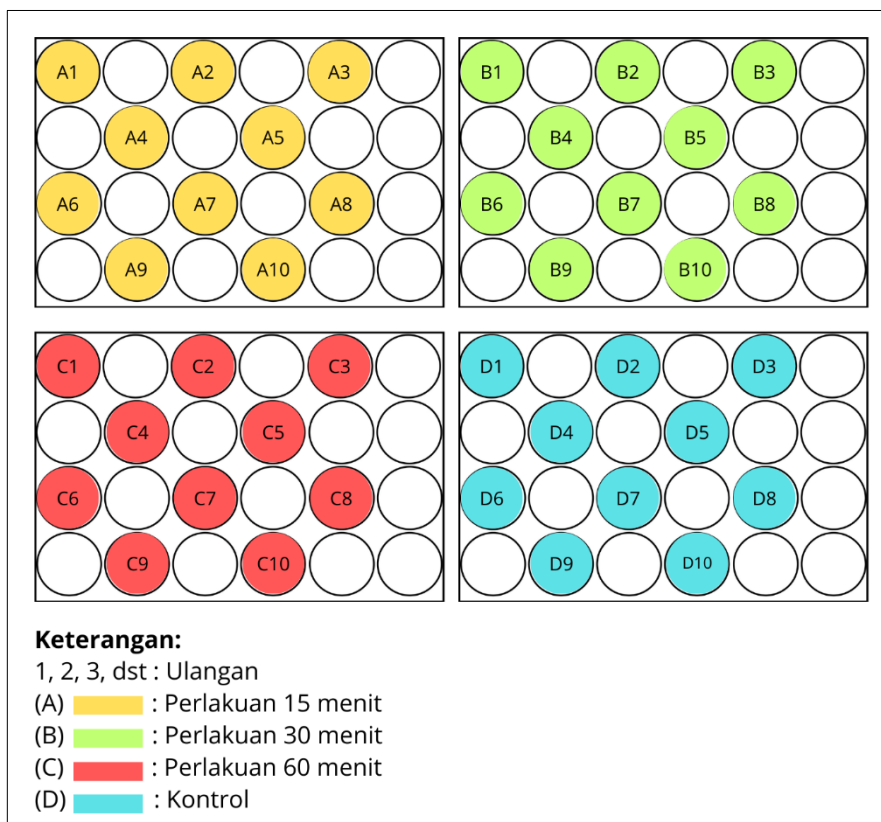
Telur yang telah dipisahkan dari induknya kemudian diamati di bawah mikroskop trinokuler dengan perbesaran 40x untuk menyeleksi telur yang akan digunakan. Apabila pada telur masih belum terdapat ruang *perivitelline* maka telur tersebut belum terbuahi dan tidak bisa digunakan. Apabila telur telah membentuk ruang *perivitelline* maka telur telah terbuahi (González-Doncel et al., 2005) dan telur tersebut dapat digunakan dalam penelitian ini. Untuk menentukan telur ikan *Oryzias* yang telah terbuahi mengacu kepada (Iwamatsu, 2004a).

2.3.4 Rancangan Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode kuasi eksperimen dengan empat perlakuan (lama waktu pemaparan) dan sepuluh ulangan (masing-masing 1 embrio). Desain eksperimen pemaparan embrio *O. celebensis* dapat dilihat pada Gambar 1. Embrio dibagi menjadi empat kelompok pengamatan dengan berbagai waktu paparan yang mengacu kepada Sayed & Mitani (2016). Masing-masing perlakuan terdiri dari 10 embrio. Satu perlakuan disimpan pada kondisi laboratorium, yang berfungsi sebagai kontrol.

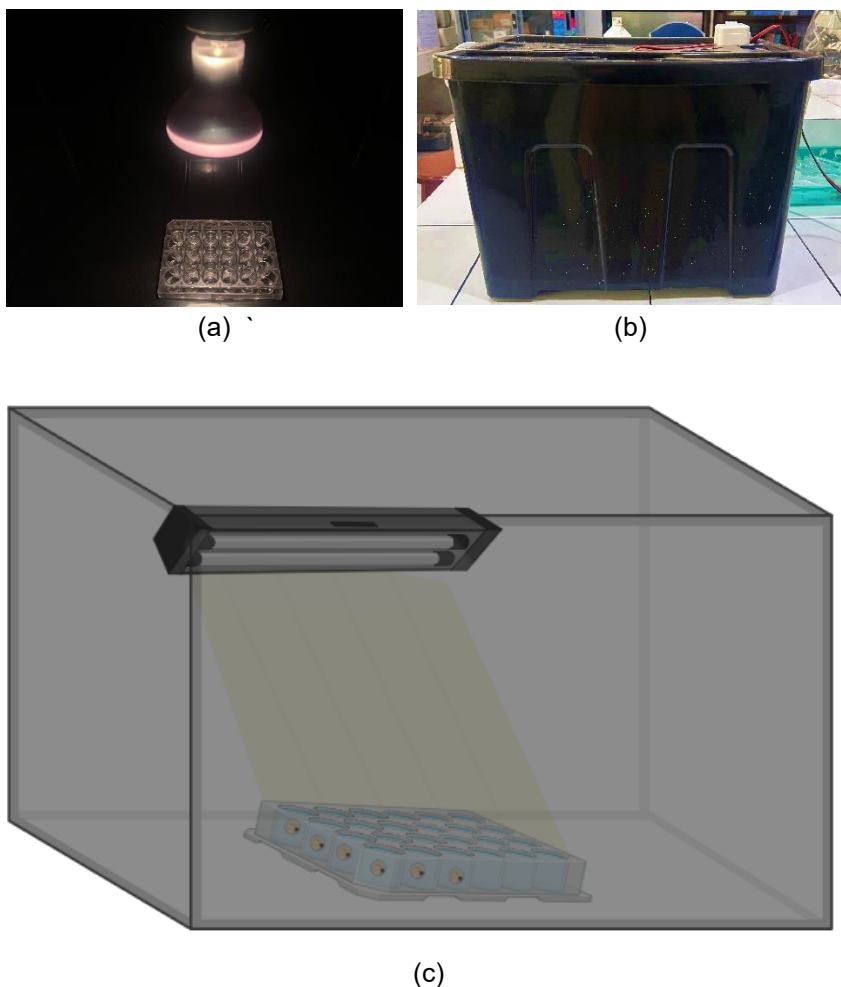
Media pemeliharaan yang digunakan pada penelitian ini yaitu *embryo rearing medium* (ERM). Media pemeliharaan ERM merupakan larutan yang umum digunakan sebagai media pemeliharaan embrio ikan berbasis laboratorium. Larutan ERM yang biasa digunakan memiliki komponen 10.0 g NaCl, 0.3 g KCl, 0.4 g CaCl₂ · 2 H₂O, 1.63 g MgSO₄ yang dicampur dengan 1 ml NaHCO₃ (0.25 g/20 ml H₂O)

(Padilla et al., 2009). Larutan ERM berfungsi dalam perlindungan dari bakteri yang dapat merusak telur (OECD, 2004). Selanjutnya, media pemeliharaan dimasukkan ke dalam microplate 24 lubang dengan menggunakan pipet tetes. Setiap lubang dari *microplate* diisi dengan media pemeliharaan sebanyak 2 ml. Setelah itu, masing-masing lubang *microplate* dimasukkan dengan satu telur yang terbuahi (telah melewati tahap seleksi telur). Jadi, jumlah telur yang digunakan untuk masing-masing perlakuan adalah sebanyak 10 embrio. Total keseluruhan telur yang diamati yaitu 40 embrio yang diperoleh dari pemijahan induk betina di dalam akuarium.



Gambar 1. Desain eksperimen pemaparan embrio *O. celebensis*

Pemaparan UV dilakukan dengan menggunakan sinar UV-A dengan panjang gelombang 320-400 nm. Pada ketiga perlakuan lainnya, pemaparan sinar UV-A dilakukan 3 hari dengan masing-masing waktu pemaparan yang berbeda, yaitu selama 15 menit, 30 menit dan 60 menit per hari. Pemaparan sinar UV terhadap embrio *O. celebensis* dimulai fase 17 embrio. Embrio yang akan terpapar sinar UV-A ditempatkan dalam kotak kontainer yang dilengkapi dengan lampu UV-A, dengan jarak 40 cm dari *microplate*. Skema pemaparan sinar UV-A terhadap embrio dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema pemaparan sinar UV-A terhadap embrio *O. celebensis*. (a) tampak dalam box pemaparan. (b) tampak luar box pemaparan. (c) skema pemaparan.

2.3.5 Parameter Uji

1) Pengamatan kelangsungan hidup embrio ikan

Pengamatan kelangsungan hidup embrio dilakukan seperti pada pengamatan embriogenesis, tetapi yang diamati adalah kondisi telurnya. Telur yang sudah mati yaitu telur yang pada bagian kuning telurnya berubah menjadi buram setelah satu hari atau lebih terjadinya pembelahan sel dan juga telur yang menunjukkan tanda-tanda adanya patogen (pertumbuhan bakteri dan/atau jamur) (Leaf et al., 2011) dan tidak adanya detakan jantung pada embrio. Ikan medaka memiliki embrio dan korion yang transparan sehingga dapat mempermudah peneliti dalam melakukan pengamatan di bawah mikroskop (Norrgrén, 2012; Cho et al., 2013). Kelangsungan hidup embrio dapat dihitung dengan membagi jumlah embrio yang hidup dengan

jumlah embrio yang dibuahi (zigot yang hidup) sebelum menetas dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Sulistiawan & Rukoyah, 2014):

$$\text{Kelangsungan hidup embrio (\%)} = \frac{\text{Jumlah embrio yang hidup}}{\text{Jumlah setiap telur (per lama waktu paparan)}} \times 100\%$$

2) Volume kuning telur

Untuk mengevaluasi pertumbuhan dan laju metabolisme embrio dilakukan pengukuran volume kuning telur (Wang et al., 2020). Volume kuning telur dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Wang et al., 2020):

$$VK = \frac{\pi}{6} \times (l^2 \times h)$$

Keterangan: VK = volume kuning telur (mm³), l = panjang kuning telur (mm), h = tinggi kuning telur (mm), $\pi = 3.141$

3) Laju penyerapan kuning telur

Setelah didapatkan nilai volume kuning telur, maka laju penyerapan kuning telur dihitung dengan menggunakan rumus (Dharma, 2015) :

$$VK = (V_0 - V_t)/(t - t_0)$$

Keterangan: VE = laju penyerapan (mm³/jam), V_t = volume akhir (mm³), V₀ = volume awal (mm³), t = umur embrio (jam)

4) Jumlah somit

Jumlah somit dihitung secara langsung dari gambar yang diamati menggunakan mikroskop. Somit pada embrio dapat dilihat pada stadia 19 (González-Doncel et al., 2005; Yaqin, 2021).

5) Detak jantung

Detak jantung embrio dihitung mulai dari stadia 24 hingga menetas dan detak jantung embrio dihitung per menit (Gonzalez-Doncel et al., 2005)

6) Gerakan rahang

Gerakan rahang pada embrio *O. celebensis* diukur dengan melihat gerakan rahang yang dilakukan oleh larva dalam waktu satu menit. Pengukuran dilakukan dibawah mikroskop menggunakan kamera dan aplikasi optilab.

7) Waktu penetasan

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

8) Panjang total larva

Pengamatan larva dilakukan di bawah mikroskop stereo dengan perbesaran 20x. Gambar larva kemudian didokumentasikan dengan menggunakan aplikasi Optilab. Semua larva yang baru menetas diukur panjang total tubuhnya dengan menggunakan aplikasi Image Raster 3.0. Panjang total tubuh larva *O. celebensis* diukur dari ujung rahang bawah sampai ujung sirip ekor (Wang et al., 2020). Hasil dari pengukuran kemudian dicatat.

2.4 Analisis data

2.4.1 Analisis data statistik

Analisis statistik dilakukan dengan *software* Graphpad Prism 8 dengan menggunakan uji statistik non parametrik yaitu *Kruskal-Wallis* test untuk menganalisis perbandingan, volume kuning telur, laju penyerapan kuning telur jumlah somit, detak jantung, waktu penetasan, dan panjang larva awal menetas pada lama waktu paparan yang berbeda.