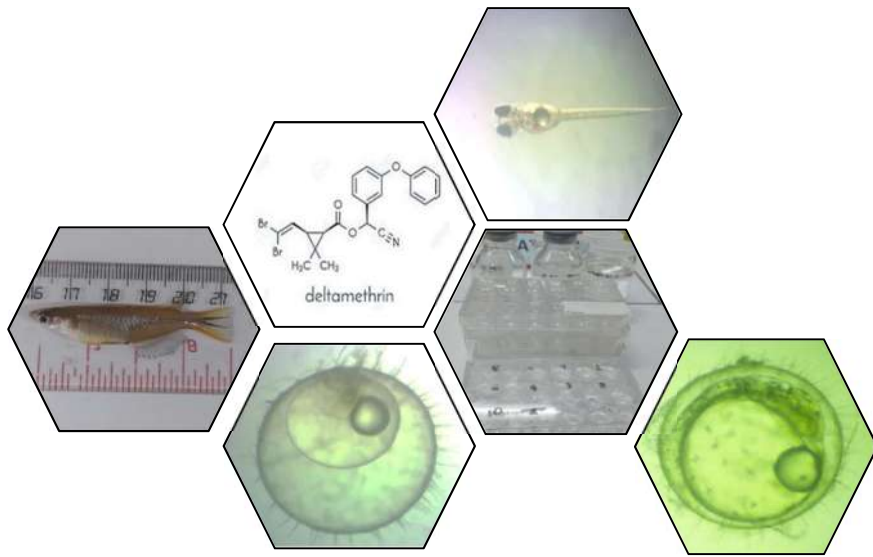


**PENGARUH PAPARAN INSEKTISIDA DELTAMETRIN TERHADAP EMBRIO
IKAN MEDAKA (*Oryzias celebensis*)**



**NENA MUTMAINNA
L021191043**

**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2025**



**PENGARUH PAPARAN INSEKTISIDA DELTAMETRIN TERHADAP
EMBRIO IKAN MEDAKA (*Oryzias celebensis*)**

**NENA MUTMAINNA
L021191043**



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2025**

**PENGARUH PAPARAN INSEKTISIDA DELTAMETRIN TERHADAP
EMBRIO IKAN MEDAKA (*Oryzias celebensis*)**

NENA MUTMAINNA
L021191043

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan

Pada

**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2025**

SKRIPSI

PENGARUH PAPARAN INSEKTISIDA DELTAMETRIN TERHADAP
EMBRIO IKAN MEDAKA (*Oryzias celebensis*)NENA MUTMAINNAL021191043

Skripsi,

Telah dipertahankan di depan Panitia ujian sarjana pada 10 Maret 2025 dan
dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan
pada

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

Mengesahkan:

Pembimbing Utama

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

Mengetahui:

Pembimbing Pendamping

Dr. Sri Wahyuni Rahim, S.Pi, M.Si
NIP. 197005161996032002

Mengetahui:
Ketua Prodi

Dr. Sri Wahyuni Rahim, S.Pi, M.Si
NIP. 197005161996032002

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "Pengaruh paparan insektisida deltametrin terhadap embrio ikan medaka (*Oryzias celebensis*) adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing Prof. Dr. Ir. Khusnul Yaqin, M.Sc sebagai pembimbing utama dan Dr. Sri Wahyuni Rahim, S.Pi.,M.Si. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari yang diterbitkan maupun karya yang tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan telah dicantumkan dalam daftar pustaka skripsi ini. Apabila dikemudian 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, Januari 2024



NENA MUTMAINNA
NIM L021191043

UCAPAN TERIMA KASIH

Syukur Alhamdulillah atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan karunia, taufiq, hidayah serta inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **Pengaruh Paparan Insektisida Deltametrin Terhadap Embrio Ikan Medaka (*Oryzias celebensis*)**. Sholawat serta salam selalu tercurahkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW, yang telah memberikan teladan akal, pikiran serta akhlak bagi umatnya. Dalam penyusunan proposal penelitian ini, penulis menyadari tidak terlepas dari bantuan dan dorongan banyak pihak. Oleh karena itu, penulis dengan sepenuh hati mengucapkan terimakasih yang tak terhingga kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan skripsi ini, baik bantuan moril maupun non-moril, yaitu kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Khusnul Yaqin, M.Sc. sebagai Dosen Penasehat Akademik sekaligus Dosen Pembimbing Utama yang telah banyak mencurahkan tenaga, pikiran, dan waktunya, serta memberikan banyak dorongan dan motivasi demi mendukung terselesainya skripsi ini.
2. Ibu Dr. Sri Wahyuni Rahim, ST., M.Si. selaku Pembimbing Pendamping yang dengan setia menemani, memberikan arahan dan saran dalam proses pembuatan skripsi ini
3. Ibu Prof. Dr. Nita Rukminasari, S.Pi.,M.P. dan bapak Moh. Tauhid Omar, S.Pi,MP sebagai Dosen Penguji yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan arahan dan saran
4. Orang tua tercinta, Ayahanda Alm. A. Bastian dan Ibunda Almh.Jumalia yang telah menjadi motivasi terbesar penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Seluruh teman-teman seperjuangan MSP 2019, teman-teman peneliti oryzias squad yang selalu memberikan dukungan.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan di dalamnya. Oleh karena itu, kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat diharapkan oleh penulis untuk kesempurnaan penulisan skripsi ini kedepannya.

ABSTRAK

Nena Mutmainna. **Pengaruh Paparan Insektisida Deltametrin Terhadap Embrio Ikan Medaka (*Oryzias celebensis*)** dibimbing oleh Khusnul Yaqin sebagai Pembimbing Utama dan Sri Wahyuni Rahim sebagai Pembimbing Pendamping.

Latar belakang. Insektisida deltametrin yang masuk ke perairan dapat memengaruhi organisme yang hidup didalamnya termasuk embrio ikan. Dampak dari paparan insektisida deltametrin diuji pada embrio karena embrio dianggap lebih rentan terhadap bahan pencemar. **Tujuan.** penelitian ini bertujuan untuk menganalisis toksisitas insektisida deltametrin terhadap embrio ikan medaka (*Oryzias celebensis*). **Metode.** Embrio *Oryzias celebensis* didapatkan dari indukan yang ditempatkan di akuarium yang diberi pakan tiga kali sehari dengan Otohime dan Artemia. Induk yang telah bertelur diambil telurnya kemudian dipindahkan ke *microplate*. Penelitian dilakukan menggunakan metode kuasi eksperimen dengan empat perlakuan (konsentrasi insektisida deltametrin) dan 10 ulangan (masing-masing satu butir telur). Deltametrin dibuat dengan konsentrasi yang berbeda pada setiap perlakuan, yaitu 0 ppm, 0.001 ppm, 0.002 ppm dan 0.004 ppm. Masing-masing perlakuan terdiri dari 10 embrio. Telur dipapari bahan pencemar setelah memasuki stadia 17 dan diamati hingga menetas menjadi larva. **Hasil.** Penelitian ini menunjukkan adanya perbedaan antara embrio kontrol dan embrio yang dipaparkan insektisida deltametrin pada parameter kelangsungan hidup, diameter telur, laju penyerapan kuning telur, detak jantung, dan waktu penetasan. Parameter Detak jantung menjadi biomarker yang paling sensitif terhadap paparan insektisida deltametrin. Adapun abnormalitas morfologi pada perkembangan embrio yang terpapar deltametrin terjadi pada paparan dengan konsentrasi 0.004 ppm berupa malformasi ekor dan penyusutan kuning telur. **Kesimpulan.** Insektisida deltametrin menunjukkan efek toksik bagi perkembangan embrio *O. celebensis*.

Kata kunci: deltametrin, toksisitas, Embriogenesis, *Oryzias celebensis*

ABSTRACT

Nena Mutmainna. **The Effect of Exposure Insecticide Deltamethrin on Embryos of Medaka Fish (*Oryzias celebensis*)** supervised by Khusnul Yaqin as Main Supervisor and Sri Wahyuni Rahim as Co-supervisor

Background. The deltamethrin insecticide that enters the water can affect the organisms that live in it, including fish embryos. The impact of exposure to the insecticide deltamethrin was tested on embryos because embryos are thought to be more susceptible to contaminants. **Objective.** This study aims to analyze the toxicity of the insecticide deltamethrin on medaka fish (*Oryzias celebensis*) embryos. **Method.** *Oryzias celebensis* embryos were obtained from broodstock placed in an aquarium and fed three times a day with Otohime and Artemia. The eggs that have laid eggs are taken from the mother and then transferred to a microplate. The research was carried out using a quasi-experimental method with four treatments (deltamethrin insecticide concentration) and 10 replications (one egg each). Deltamethrin was made with different concentrations for each treatment. Namely 0 ppm, 0.001 ppm, 0.002 ppm and 0.004 ppm. Each treatment consisted of 10 embryos. Eggs are exposed to pollutants after entering stage 17 and observed until they hatch into larvae. **Results.** This research shows that there are differences between control embryos and embryos exposed to deltamethrin insecticide in the parameters of survival, egg diameter, yolk absorption rate, heart rate, and hatching time. The heart rate parameter in this study is the most sensitive biomarker for exposure to the insecticide deltamethrin. Morphological abnormalities in the development of embryos exposed to deltamethrin occurred at exposure to a concentration of 0.004 ppm in the form of tail malformations and shrinkage of the egg yolk. **Conclusion.** The insecticide deltamethrin shows toxic effects on the development of *O. Celebensis* embryos.

Key words: deltamethrin, toxicity, Embryogenesis, *Oryzias celebensis*

DAFTAR ISI

UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN.....	11
1.1. Latar Belakang	11
1.2 Tujuan dan Kegunaan.....	12
BAB II METODE PENELITIAN	13
2.1. Waktu dan Tempat.....	13
2.2. Alat dan Bahan.....	13
2.3. Prosedur Penelitian.....	13
2.4. Desain Eksperimen	14
2.5. Parameter uji.....	16
2.6. Analisis data	18
BAB III HASIL.....	19
3.1. Kelangsungan Hidup Embrio	19
3.2. Abnormalitas Morfologi	30
3.3. Detak Jantung	33
3.4. Diameter Telur	33
3.5. Volume Kuning Telur.....	34
3.6. Laju Penyerapan Kuning Telur	35
3.7. Jumlah Somit	35
3.8. Waktu Penetasan.....	36
3.9. Panjang Larva Awal Menetas	37
BAB IV PEMBAHASAN	38
4.1. Kelangsungan Hidup Embrio	38
4.2. Abnormalitas Morfologi	38
4.3. Detak Jantung	39
4.4. Diameter Telur	39
4.5. Volume Kuning Telur.....	39
4.6. Somit	40
4.7. Laju Penyerapan Kuning Telur	40
4.8. Waktu Penetasan.....	40
4.9. Panjang Larva Awal Menetas	41
BAB V KESIMPULAN	42
5.1. Kesimpulan	42
5.2. Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	49

21. Larva C7 mati setelah 12 jam paparan deltametrin 0.004 ppm. Batang skala berukuran 1 mm.	30
22. Larva C9 mati setelah 12 jam paparan deltametrin 0.004 ppm. Batang skala berukuran 1 mm.	30
23. Abnormalitas embrio C8 pada stadia 22 akibat paparan insektisida deltametrin 0.004 ppm ditunjukkan pada tanda panah (a). Embrio yang normal pada stadia 22 (b). Batang skala berukuran 1 mm.	31
24. Abnormalitas embrio C4 pada stadia 30 akibat paparan insektisida deltametrin 0.004 ppm ditunjukkan pada tanda panah (a). Embrio yang normal pada stadia 30 (b). Batang skala berukuran 1 mm.	32
25. Abnormalitas embrio C4 pada stadia 32 akibat paparan insektisida deltametrin 0.004 ppm ditunjukkan pada tanda panah (a). Embrio yang normal pada stadia 32 (b). Batang skala berukuran 1 mm.	33
26. Grafik detak jantung embrio <i>O. celebensis</i> pada setiap perlakuan dan kontrol. Simbol (*) menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan	34
27. Grafik Diameter telur <i>O. celebensis</i> pada setiap perlakuan dan kontrol. Simbol (*) menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan kontrol.	35
28. Grafik volume kuning telur <i>O. celebensis</i> pada setiap perlakuan dan kontrol.	35
29. Laju penyerapan kuning telur <i>O. celebensis</i> pada setiap perlakuan dan kontrol. Simbol (*) menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap kontrol.	36
30. Grafik jumlah somit ikan <i>O. celebensis</i> pada setiap perlakuan dan kontrol.	37
31. Grafik waktu penetasan embrio <i>O. celebensis</i> pada setiap perlakuan dan kontrol. Simbol (*) menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap kontrol.	38
32. Grafik panjang larva awal menetas embrio <i>O. celebensis</i> pada setiap perlakuan dan kontrol.	39

DAFTAR LAMPIRAN

No	Halaman
1. Data Kelangsungan hidup embrio <i>Oryzias celebensis</i>	48
2. Hasil analisis statistic non-parametrik detak jantung embrio ikan <i>Oryzias celebensis</i>	49
3. Hasil uji stastistik non-parametrik diameter telur ikan <i>Oryzias celebensis</i>	54
4. Data dan hasil uji statistic non-parametrik volume kuning telur embrio <i>Oryzias celebensis</i>	61
5. Data dan hasil analisis non-parametrik laju penyerapan kuning telur embrio <i>Oryzias celebensis</i>	69
6. Data dan hasil analisis statistic non-parametrik jumlah somit embrio ikan <i>Oryzias celebensis</i>	70
7. Data dan hasil uji analisis statistik non-parametrik waktu penetasan embrio <i>Oryzias celebensis</i>	71
8. Data dan hasil uji statistik non-parametrik panjang larva awal menetas embrio <i>Oryzias celebebsis</i>	71

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penggunaan insektisida saat ini sangat sulit dipisahkan dari aktivitas pertanian. Daya toksisitas pada insektisida dimaksudkan untuk membunuh organisme hidup yang mengganggu tanaman budidaya, ternak dan sebagainya. Meskipun insektisida ditujukan untuk mematikan suatu kelompok atau spesies target tertentu, namun bersifat racun bagi semua organisme karena pada umumnya jenis insektisida tidak bersifat selektif dan memiliki spektrum yang luas sebagai racun sehingga memiliki potensi yang kuat sebagai bahan pencemar bagi organisme dan lingkungan perairan (Taufik, 2011).

Insektisida yang umum digunakan petani adalah insektisida berbahan aktif deltametrin. Insektisida berbahan aktif deltametrin merupakan salah satu jenis insektisida golongan piretroid yang mempunyai mekanisme untuk menghasilkan racun yang dapat menyebabkan kelumpuhan pada organisme (Mizriaty, 2019). Sifat insektisida deltametrin tidak dapat terikat pada partikel tanah dan tidak larut dalam air (Yenny et al., 2016).

Konsentrasi deltametrin dalam perairan sangat kecil yaitu 0,02 mg/L, hal ini karena deltametrin dapat hilang akibat berbagai peristiwa seperti akumulasi pada sedimen dan bioakumulasi pada biota perairan (Indriati, 2014). Meskipun toksisitas deltametrin di perairan dapat berkurang secara alami, deltametrin sangat beracun bagi organisme perairan dengan nilai (LC₅₀) <0,26 µg/L (Thomas et al., 2008). Pada tingkat pencemaran yang tinggi deltametrin dapat mematikan bagi organisme air seperti ikan, amfibi, krustasea, dan berbagai jenis mikroorganisme perairan (Yenny et al., 2016).

Ikan medaka (*Oryzias celebensis*) adalah salah satu jenis ikan endemik provinsi Sulawesi Selatan. Ikan ini tergolong vertebrata yang hidup di air tawar, payau dan asin, yang memiliki jumlah serta variasi spesies yang relatif banyak (Kottelat et al., 1993). Spesies ini telah banyak digunakan dalam penelitian bidang biologi dan perilaku ikan, serta penelitian toksikologi, spesies ini telah diusulkan oleh OECD (1999) sebagai ikan standar sebagai model uji toksikologi karena ukuran tubuhnya yang relatif kecil, embrio yang transparan serta informasi genomiknya telah tersedia cukup lengkap. Ikan medaka sebagai sentinel organism diaktivitas biomonitoring karena mudah dijadikan sebagai pemantau limbah di perairan (Damayani et al., 2022).

Studi tentang toksisitas deltametrin terhadap ikan *O. celebensis* belum pernah dilakukan sebelumnya. Namun Kuder & Gundala (2018) telah melakukan penelitian efek toksik deltametrin terhadap ikan zebra yang menyatakan bahwa terdapat peningkatan mortalitas, penurunan daya tetas dan peningkatan denyut jantung pada embrio ikan zebra yang terkena paparan deltametrin. Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh paparan insektisida deltametrin pada embrio ikan medaka (*Oryzias celebensis*) untuk mengetahui toksisitas deltametrin terhadap embrio ikan medaka (*Oryzias celebensis*).

1.2 Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menganalisis toksisitas insektisida deltametrin terhadap embrio ikan medaka (*Oryzias celebensis*).

Kegunaan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan informasi mengenai toksisitas insektisida deltametrin pada embrio ikan medaka (*Oryzias celebensis*). Informasi ini diharapkan dapat digunakan sebagai basis ilmu dalam bidang ekotoksikologi perairan baik di laboratorium maupun di lapangan.

BAB II METODE PENELITIAN

2.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan mei sampai juni 2023. 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 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 obyek yang diletakkan di atas kaca obyek. Mikroskop stereo dan trinokuler digunakan untuk mengamati obyek pengamatan. Kamera Optilab digunakan untuk menampilkan obyek 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. Insektisida deltametrin (Decis 25 EC) sebagai bahan pencemar. Larutan ERM yang berfungsi sebagai media pemeliharaan embrio ikan.

2.3. Prosedur Penelitian

2.3.1. Pemeliharaan Induk di Laboratorium

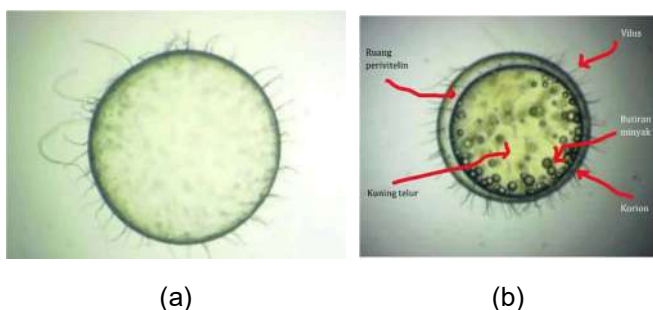
Induk ikan *O. celebensis* yang telah diambil terlebih dahulu dipelihara dalam akuarium dan diberi pakan komersial merek dagang Ottohime B1 dan *Artemia*. Pemberian pakan diberikan sehari pada pukul 09.00, 12.00 dan 16.00 WITA dengan frekuensi tiga kali sehari agar ikan mendapatkan pasokan makanan yang cukup dan dapat memproduksi telur yang baik. Penyiponan dilakukan ketika terdapat sisa pakan di dasar akuarium. 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.

2.3.2. Pembuahan Telur

Pembuahan pada induk ikan *O. celebensis* terjadi secara alami di dalam akuarium. Induk betina yang telah bertelur dikeluarkan dari akuarium menggunakan serok kemudian telurnya diambil dengan hati-hati dan langsung dipindahkan ke cawan petri yang telah terisi larutan ERM. Telur akan membentuk kelompok yang menyerupai buah anggur yang terhubung oleh filamen-filamen (*attached fillaments*). Adapun cara yang dilakukan untuk memisahkan telur dari filamen-filamennya yaitu memutar telur menggunakan jari telunjuk secara perlahan dan teratur hingga telur 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 Yaqin (2021). Apabila pada telur masih belum terdapat ruang *perivitelline* (Gambar 2a) maka telur tersebut belum terbuahi dan tidak bisa untuk digunakan. Apabila telur telah membentuk ruang *perivitelline* (Gambar 2b) maka telur telah terbuahi dan telur inilah yang digunakan dalam penelitian ini.



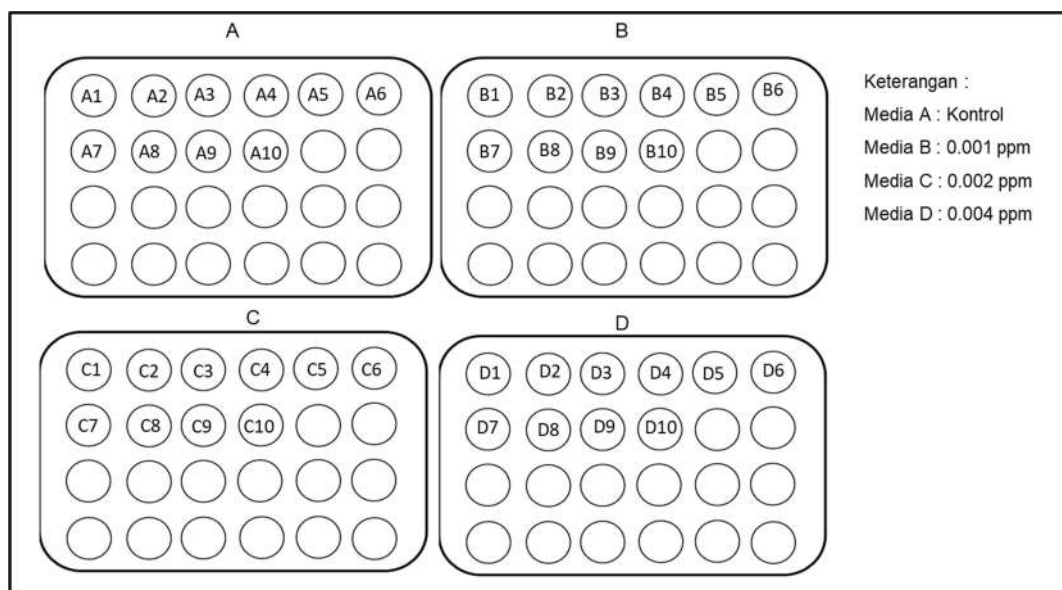
Gambar 1. Perbedaan telur ikan *O.celebensis* (a) belum terbuahi, (b) sudah terbuahi (Sumber gambar : Yaqin, 2021)

2.4. Desain Eksperimen

2.4.1. Pengenceran Larutan Insektisida Deltametrin

Pengenceran larutan dilakukan dengan merujuk pada penelitian Lasiana, (2019). Larutan insektisida induk 1000 ppm diencerkan sebanyak lima kali. Pengenceran pertama dilakukan dengan mengencerkan larutan induk 1000 ppm menjadi konsentrasi 10 ppm (Larutan Induk Baku I). Kedua mengencerkan larutan induk baku I (10 ppm) menjadi konsentrasi 0.1 ppm (larutan induk baku II). Ketiga, mengencerkan larutan induk II (0.1 ppm) menjadi konsentrasi 0.001 ppm. Keempat mengencerkan Larutan induk II (0.1 ppm) menjadi konsentrasi 0.002 ppm. Kelima, mengencerkan larutan baku II (0.1 ppm) menjadi konsentrasi 0.004 ppm.

Pengenceran pertama dilakukan dengan cara memasukan 100 ml larutan ERM/aquabidest kedalam gelas ukur berukuran 100 ml. Kemudian Larutan



Gambar 2. Lay Out *Microplate* penelitian

Media pemeliharaan embrio ikan berbasis laboratorium yang biasa digunakan adalah larutan ERM (*Embryo Rearing Medium*) dengan komponen 10.0 g NaCl, 0.3 g KCl, 0.4 g $\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 1.63 g MgSO_4 yang dicampur dengan 1 ml NaHCO_3 (0.25 g/20 ml H_2O) (Padilla *et al.*, 2009) yang berfungsi dalam perlindungan dari bakteri yang dapat merusak telur (OECD, 2004). Media B, C dan D diisi dengan bahan pencemar konsentrasi deltametrin yang berbeda dengan menggunakan pelarut ERM.

Selanjutnya, deltametrin dimasukkan ke dalam *microplate* 24-well dengan menggunakan pipet tetes. Setiap lubang dari *microplate* diisi dengan larutan yang telah dibuat sebelumnya sebanyak 2,5 ml. Setelah itu, masing-masing lubang *microplate* dimasukkan dengan satu telur yang telah diseleksi. Total keseluruhan telur yang akan diamati yaitu 40 butir telur yang diperoleh dari pemijahan induk didalam akuarium. *Microplate* yang berisi embrio uji ditempatkan pada ruangan dengan suhu yang dikontrol menggunakan pendingin udara (AC) guna mempertahankan kondisi lingkungan yang stabil bagi perkembangan embrio.

2.5. Parameter uji

2.5.1. 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

Keterangan = Laju penyerapan kuning telur (mm^3/jam), V_0 = Volume akhir (mm^3) $V_0 =$ Volume awal (mm^3), T = Waktu (jam)

2.5.7. 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)

2.5.8. 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).

2.5.9. Panjang total larva

Pengamatan larva dilakukan dibawah mikroskop stereo dengan perbesaran 1.5x. 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.

2.6. Analisis data

Adapun analisis data yang digunakan yaitu:

2.6.1. Analisis data deskriptif

Analisis deskriptif dilakukan pada parameter kelangsungan hidup embrio dan abnormalitas morfologi yang ditampilkan dalam bentuk gambar

2.6.2. Analisis data statistik

Analisis statistik dilakukan dengan software Graphpad Prism 8 dengan menggunakan uji statistic non-parametric yaitu *Kruskal-Wallis Test* untuk menganalisis perbandingan kelangsungan hidup embrio, volume kuning telur, waktu penetasan, laju penyerapan kuning telur, Denyut jantung, dan panjang total tubuh pada paparan konsentrasi yang berbeda.