

SKRIPSI

**TOKSISITAS RACUN KISTA DINOFLAGELLATA PADA EMBRIO
IKAN MEDAKA (*Oryzias javanicus* Bleeker, 1854)**

Disusun dan diajukan oleh

**ANDI MUH. ARUL EFANSYAH
L021 19 1012**



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN
DEPARTEMEN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

**TOKSISITAS RACUN KISTA DINOFLAGELLATA PADA EMBRIO
IKAN MEDAKA (*Oryzias javanicus* Bleeker, 1854)**

**ANDI MUH. ARUL EFANSYAH
L021 19 1012**

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
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

**TOKSISTAS RACUN KISTA DINOFLAGELLATA PADA EMBRIO IKAN
MEDAKA (*Oryzias javanicus* Bleeker, 1854)**

Disusun dan diajukan oleh:

**ANDI MUH. ARUL EFANSYAH
L021 19 1012**

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 16 Agustus 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping



Dr. Sri Wahyuni Rahim, ST., M.Si.
NIP. 197502231988111001



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

Ketua Program Studi

Manajemen Sumberdaya Perairan



Dr. Ir. Nadiarti, M.Sc.
NIP. 196801061991032001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andi Muh. Arul Efansyah
NIM : L021 19 1012
Program Studi : Manajemen Sumber Daya Perairan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

“Toksitas Racun Kista Dinoflagellata Pada Embrio Ikan Medaka (*Oryzias javanicus* Bleeker, 1854)”

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain, bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan 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, 16 Agustus 2023

Yang menyatakan



Andi Muh. Arul Efansyah
L021 19 1012

PERNYATAAN AUTHORSHIP

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andi Muh. Arul Efansyah

NIM : L021 19 1012

Program Studi : Manajemen Sumber Daya Perairan

Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

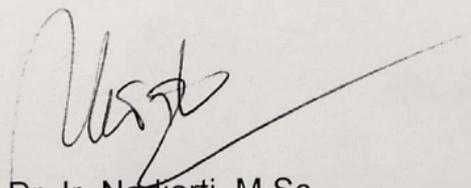
Menyatakan bahwa publikasi sebagian atau keseluruhan isi skripsi pada jurnal atau forum ilmiah lain harus seizin dan menyertakan tim pembimbing sebagai author dan Universitas Hasanuddin sebagai institusinya. Apabila dalam waktu sekurang-kurangnya dua semester (satu tahun sejak pengesahan skripsi) saya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

Makassar, 16 Agustus 2023

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Penulis



Dr. Ir. Nadiarti, M.Sc

NIP. 196801061991032001



Andi Muh. Arul Efansyah

L02 19 1012

ABSTRAK

Andi Muh. Arul Efansyah. L021 19 1012. “Toksistasitas Racun Kista Dinoflagellata Pada Embrio Ikan Medaka (*Oryzias javanicus* Bleeker, 1854)” dibimbing oleh **Sri Wahyuni Rahim** sebagai pembimbing utama dan **Khusnul Yaqin** sebagai pembimbing pendamping.

Eutrofikasi dapat memicu terjadinya *harmful alga bloom* yang dapat menghasilkan senyawa beracun yang berdampak signifikan terhadap organisme perairan. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis pengaruh paparan racun kista dinoflagellata terhadap embrio ikan medaka (*Oryzias javanicus*). Penelitian ini menggunakan embrio *Oryzias javanicus* sebagai hewan uji yang dipapar dinoflagellata selama masa perkembangan stadia dengan konsentrasi 50%, 75% dan 100% serta terdapat perlakuan kontrol. Variabel yang diamati yaitu jumlah somit, diameter telur, volume kuning telur, laju penyerapan kuning telur, detak jantung, abnormalitas morfologi, kelangsungan hidup, panjang larva awal menetas, dan waktu penetasan. Bahan pencemar yang digunakan pada penelitian ini berasal dari kultur campuran yang berupa larutan kasar dan spesies yang dominan yaitu *Gonyaulax verior* yang menghasilkan *Yessontoxins* (YTXs). Hasil penelitian ini menunjukkan abnormalitas terjadi pada embrio yang dipaparkan racun dinoflagellata. Hasil analisis statistik menggunakan uji Kruskal- Wallis menunjukkan bahwa paparan racun dinoflagellata konsentrasi 75% dan 100% berbeda nyata ($P < 0,05$) terhadap volume kuning telur, laju penyerapan kuning telur dan waktu penetasan. Namun, tidak berbeda nyata terhadap ($P > 0,05$) terhadap jumlah somit, diameter telur, panjang larva awal menetas, dan waktu penetasan. Hal ini menunjukkan bahwa paparan racun dinoflagellata yang tinggi dapat memberikan dampak negatif terhadap embrio *Oryzias javanicus* pada beberapa variabel penelitian dalam penelitian ini.

Kata kunci : HABs, Dinoflagellata, *Yessotoxins*, *Oryzias javanicus*

ABSTRACT

Andi Muh. Arul Efansyah. L021 19 1012. "Toxicity of dinoflagellate cyst toxin in medaka fish embryos (*Oryzias javanicus* Bleeker, 1854)" supervised by **Sri Wahyuni Rahim** and co-supervised by **Khusnul Yaqin**.

Eutrophication can trigger harmful algal blooms, which can produce toxic compounds that have significant effects on aquatic organisms. The aim of this study was to analyse the effect of exposure to dinoflagellate cyst toxins on medaka (*Oryzias javanicus*) embryos. In this study, *Oryzias javanicus* embryos were exposed to dinoflagellate toxins at concentrations of 50%, 75% and 100% during stadium games and a control treatment was used. The variables observed were number of somites, egg diameter, yolk volume, yolk absorption rate, heart rate, morphological abnormalities, survival, larval length at first hatch and penetration time. The contaminant used in this study came from a mixed culture in the form of a crude solution and the dominant species, *Gonyaulax verior*, which produces yessontoxins (YTXs). The results of this study indicated that abnormalities occurred in embryos exposed to dinoflagellate toxins. The results of statistical analysis using the Kruskal-Wallis test showed that exposure to dinoflagellate toxins at concentrations of 75% and 100% was significantly different ($P < 0.05$) on egg yolk volume, yolk absorption rate and penetration time. However, it was not significantly different ($P > 0.05$) on the number of somites, egg diameter, larval length at first hatch and penetration time. This indicates that high exposure to dinoflagellate toxins may have a negative effect on *Oryzias javanicus* embryos in several of the variables investigated in this study.

Keywords: HABs, Dinoflagellate, Yessotoxins, *Oryzias javanicus*

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan, Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin ini dengan judul “Toksitas Racun Kista Dinoflagellat pada Embrio Ikan Medaka (*Oryzias javanicus* Bleeker, 1854)”

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. **Ibu Dr. Sri Wahyuni Rahim, ST., M.Si.** 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. **Bapak Prof. Dr. Ir. Khusnul Yaqin, M.Sc.** selaku Pembimbing Pendamping yang dengan setia menemani, memberikan arahan dan saran dalam proses pembuatan skripsi ini.
3. **Ibu Dr. Irmawati, S.Pi., M.Si.** selaku Dosen Penguji dan **Bapak Dr. Ir. Budiman Yunus, M.P.** selaku Tim Penguji yang telah meluangkan waktu dalam memberikan motivasi serta kritikan yang membangun kepada penulis dalam penyempurnaan tugas akhir ini
4. Orang tua tercinta, **Ayahanda Andi Armansyah A.** dan **Ibunda Andi Indayanty** yang telah memberikan dukungan moril dan non-moril
5. **Teman-teman MSP 2019, teman-teman penelitian *Oryzias*** yang telah menemani dan memberikan dukungan dan juga berjuang bersama-sama dari awal masuk hingga sekarang.
6. Sahabat terbaik penulis sejak di bangku SMA, **Fauzi Asham Nasrul, M. Yusril Izah Mahendra Rastach, Taufik Kemal Thaha, Muhammad Yusran, Habib Yardan Wafa, Alief Fikri Nurham, Ahmad Mubaraq, Muwaffaq Ahnaf Shiddiq** dan **Muh. Nurfaizy**, yang senantiasa memberikan semangat dan menemani perjuangan pendidikan penulis.
7. **Aidha Salsa Febrianti** yang selalu memberikan motivasi penulis dalam penggarapan skripsi ini, tanpanya penulis pasti tidak semangat dalam penggarapan skripsi ini.
8. Sahabat-sahabat terbaik semasa perkuliahan penulis, **I Gede Ryan Mahendra, Riang Andriadi, Muh Irsan, Gabriel Ferdinand P. M, M Nur Wahyu Bakri,**

Nena Mutmaninna, Muthmainna, dan Shafika. Terima kasih atas kebersamaan, kebahagiaan, serta kebaikannya menjadi sosok guru dan keluarga bagi penulis. Terima kasih telah mengukir kenangan indah bersama penulis selama masa perkuliahan.

9. Kepada seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Terima kasih setinggi-tingginya untuk segala dukungan, partisipasi, dan apresiasi yang diberikan kepada penulis.

Kesempurnaan hanyalah milik Allah SWT. 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. Penulis berharap agar skripsi ini bermanfaat serta memberi nilai untuk kepentingan ilmu pengetahuan selanjutnya dan segala amal baik serta jasa dari pihak yang membantu penulis mendapat berkah dan karunia-Nya. Aamiin.

Makassar, 16 Agustus 2023



Andi Muh. Arul Efansyah

BIODATA PENULIS



Andi Muh. Arul Efansyah lahir di Makassar, 07 Juni 2001, anak pertama dari pasangan Andi Armansyah A. dan Andi Indayanty. Penulis merupakan anak pertama dari 2 bersaudara. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa program studi Manajemen sumberdaya Perairan, Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. Penulis memulai Pendidikan formal di SD Negei 3 Maros dan lulus pada tahun 2013, pada tahun yang sama penulis melanjutkan Pendidikan di SMP Negeri 2 Unggulan Maros dan lulus pada tahun 2016, selanjutnya penulis melanjutkan studi di SMA Negeri 1 Maros dan lulus pada tahun 2019 dan diterima di Universitas Hasanuddin Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan Jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri. Selama menjalani proses perkuliahan, penulis aktif sebagai anggota KMP MSP FIKP UH. Penulis juga pernah menjadi asisten laboratorium Fisiologi Hewan Air dan Ekotoksikologi Akuatik. Penulis menyelesaikan rangkaian tugas akhir yaitu Kuliah Kerja Nyata (KKN) Tematik dengan tema “Desa Wisata” gelombang 108 di Desa Samaenre, Kecamatan Mallawa, Kabupaten Maros Provinsi Sulawesi Selatan pada tahun 2022. Penulis melakukan penelitian dengan judul “Toksistas Racun Kista Dinoflagellata Pada Embrio Ikan Medaka (*Oryzias javanicus* Bleeker, 1854)”.

DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR LAMPIRAN	vi
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan dan Kegunaan	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
A. Harmful algal bloom (HAB).....	3
B. Efek HAB terhadap organisme perairan	4
C. Ikan <i>Oryzias javanicus</i> sebagai ikan model.....	4
D. Embrio Sebagai Hewan Model dalam Bidang Ekotoksikologi.....	5
III. METODE PENELITIAN	7
A. Waktu dan Tempat	7
B. Alat dan Bahan	7
C. Prosedur Penelitian	7
D. Analisis Data.....	12
IV. HASIL	13
A. Jumlah Somit.....	13
B. Diameter Telur	13
C. Volume Kuning Telur.....	14
D. Laju Penyerapan Kuning Telur.....	15
E. Detak Jantung.....	15
F. Abnormalitas Morfologi	16
G. Kelangsungan Hidup.....	18
H. Panjang Larva Awal Menetas	19
I. Waktu Penetasan.....	20
V. PEMBAHASAN	21
A. Jumlah Somit	21
B. Diameter Telur.....	21
C. Volume Kuning Telur.....	22
D. Laju Penyerapan Kuning Telur	22

E. Detak Jantung	23
F. Abnormalitas Morfologi	23
G. Kelangsungan Hidup	24
H. Panjang Larva Awal Menetas	25
I. Waktu Penetasan	26
VI. KESIMPULAN DAN SARAN.....	27
A. Kesimpulan	27
B. Saran.....	27
DAFTAR PUSTAKA.....	28
LAMPIRAN	35

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Perbedaan telur ikan <i>Oryzias celebensis</i> : (a) belum terbuahi, (b) sudah terbuahi	8
2. Jumlah somit embrio <i>O. javanicus</i> pada setiap perlakuan dan kontrol	13
3. Diameter telur <i>O. javanicus</i> pada setiap perlakuan dan kontrol	14
4. Volume kuning telur <i>O. javanicus</i> pada setiap perlakuan dan kontrol.....	14
5. Laju penyerapan kuning telur <i>O. javanicus</i> pada setiap perlakuan dan kontrol. Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap kontrol	15
6. Detak jantung embrio <i>O. javanicus</i> pada setiap perlakuan dan kontrol. Simbol (*) menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap kontrol	16
7. Pendarahan dapat dilihat pada tanda panah; (a) embrio kontrol, (b-c) embrio yang mengalami pendarahan pada konsentrasi 75% dan (d) embrio yang mengalami pendarahan pada konsentrasi 100%.....	17
8. Cacat pada ekor yang dapat dilihat pada lingkaran hitam : (a) embrio kontrol, (b) embrio konsentrasi 50%,(c) embrio konsentrasi 75% dan (d) embrio konsentrasi 100%.....	17
9. Grafik kelangsungan hidup (%) pada setiap perlakuan dan kontrol. Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap kontrol	18
10. Embrio yang mati setelah stadia 37 pada paparan larutan dinoflagellata konsentrasi 100%	19
11. Panjang larva <i>O. javanicus</i> pada setiap perlakuan.....	19
12. Waktu penetasan larva <i>O. javanicus</i> pada setiap perlakuan.....	20

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Data dan hasil analisis statistik menggunakan uji Kruskal- Wallis jumlah somit <i>Oryzias javanicus</i>	37
2. Data dan hasil analisis statistik menggunakan uji Kruskal-Wallis diameter telur <i>Oryzias javanicus</i>	39
3. Data dan hasil analisis statistik menggunakan uji Kruskal- Wallis volume kuning telur <i>Oryzias javanicus</i>	40
4. Data dan hasil analisis statistik menggunakan uji Kruskal- Wallis laju penyerapan kuning telur <i>Oryzias javanicus</i>	42
5. Data dan hasil analisis statistik menggunakan uji Kruskal- Wallis detak jantung <i>Oryzias javanicus</i>	43
6. Data dan hasil analisis statistik menggunakan uji Kruskal- Wallis kelangsungan hidup embrio <i>Oryzias javanicus</i>	44
7. Data dan hasil analisis statistik menggunakan uji Kruskal- Wallis panjang larva awal menetas <i>Oryzias javanicus</i>	46
8. Data dan hasil analisis statistik menggunakan uji Kruskal- Wallis waktu penetasan <i>Oryzias javanicus</i>	47

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Peningkatan fenomena HAB (*harmful algal bloom*) yang terus meningkat selama beberapa dekade terakhir menimbulkan kekhawatiran terhadap negara-negara di seluruh dunia (Barokah et al., 2016). Fenomena HAB mendapatkan perhatian karena memiliki dampak negatif terhadap kelangsungan ekosistem pesisir, kegiatan perikanan tangkap, industri budidaya dan bahkan dapat membahayakan kesehatan manusia (Anderson, 2009 ; Choirun 2015).

Fenomena HAB (*harmful algal bloom*) terjadi akibat adanya perubahan iklim di laut, peningkatan zat hara perairan akibat dari berbagai kegiatan industri, perubahan pola penyebaran nutrien di perairan akibat masuknya air dari daratan ke badan perairan dalam jumlah yang cukup besar serta terjadinya fenomena *upwelling* (Rabalais et al., 2009). Jenis fitoplankton yang berpotensi *blooming* adalah diantaranya kelompok Dinoflagellata, yaitu *Alexandrium*, *Gonyaulax*, *Pyrodinium*, *Gambierdiscus*, *Dinophysis*, *Ostreopsis*, *Prorocentrum*, *Amphidinium*, *Gymnodinium*, *Ptychodiscus* dan *Gyrodinium* (Aunorohim, 2009 ; Panggabean 2009).

Dinoflagellata dapat ditemukan hidup di perairan laut dan sungai yang memiliki peranan penting sebagai produsen primer di perairan (Seygita, 2015). Dinoflagellata merupakan penyebab HAB yang memiliki fase dorman dalam bentuk kista. Pada fase tersebut, kista akan berada pada kolom perairan yang kemudian akan terkumulasi pada sedimen. Apabila kondisi perairan memiliki parameter fisika dan kimia yang telah sesuai maka kista akan pecah dan dapat menyebabkan terjadinya *blooming* alga.

Beberapa kasus HABs yang terjadi di perairan Indonesia yaitu di pantai Marina Ancol Jakarta pada bulan Juni 2005 yaitu terjadi *blooming* fitoplankton jenis *Nocticula* sp. dan *Peridinium* sp. (Sidabutar, 2006). Di Teluk Lampung telah terjadi HABs sejak 2002-2014 yang menyebabkan kematian massal pada ikan, kasus yang paling parah terjadi pada tahun 2012-2013 yaitu terjadinya *blooming* dari spesies *Cochlodinium* sp. (Sidabutar et al., 2021).

Berbagai penelitian terkait HAB (*harmful algal bloom*) menyebutkan bahwa produksi senyawa beracun yang dihasilkan dari *blooming* dapat berdampak signifikan terhadap organisme di perairan (Rolton et al., 2017). *Blooming* alga dapat menyebabkan penurunan kandungan oksigen di perairan, gangguan pada insang, dan dapat terkumulasi pada biota perairan serta dapat menurunkan kelangsungan hidup embrio dan meningkatkan tingkat abnormalitas pada embrio (Panggabean 2009; Vasconcelos et al., 2010; Faisal 2015). Pada penelitian terkait efek racun dinoflagellata terhadap

embrio ikan medaka telah dilakukan sebelumnya oleh Escoffier et al., (2007) yang menganalisis toksisitas *ocadaic acid* (OA) dan *crude extracts* (CE) dinoflagellata *Prorocentrum*.

Ikan *Oryzias javanicus* telah dikembangkan menjadi *sentinel organism* layaknya ikan medaka jepang. Spesies lain dari genus *Oryzias* yaitu ikan medaka jepang (*Oryzias latipes*) telah 50 tahun lebih digunakan sebagai hewan model dalam uji ekotoksikologi karena dapat mentolerir salinitas dan suhu yang luas, mudah dipelihara di laboratorium, embrionya mudah dibiakkan, dan memiliki siklus hidup yang pendek serta memiliki ukuran yang kecil (Padilla et al., 2009 ; Tian et al., 2014). Selain itu, embrio medaka sensitif terhadap paparan bahan pencemar selama perkembangannya dan memiliki korion transparan sehingga perkembangan embrionya mudah diamati (Oxedine et al., 2006). Selain itu, embrio ikan medaka dapat digunakan sebagai alat percobaan untuk menganalisis toksisitas sianotoksin murni dan juga dapat digunakan untuk menentukan potensi toksik ekstrak kasar dari *cyanobacteria* (Escoffier et al., 2007; Jacquet et al., 2004).

Berdasarkan hal tersebut embrio ikan medaka dapat digunakan sebagai *sentinel organism* dari pencemaran ekosistem perairan dengan melihat dampak yang ditimbulkan. Meskipun telah banyak penelitian mengenai uji ekotoksikologi pada ikan, namun penelitian terhadap paparan racun kista dinoflagellata pada embrio ikan medaka (*O. javanicus*) masih kurang. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui dampak racun kista dinoflagellata terhadap embrio ikan *O. javanicus*.

B. Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh paparan racun kista dinoflagellata terhadap embrio ikan medaka (*Oryzias javanicus*). Kegunaan dari penelitian ini yaitu diharapkan dapat memberikan informasi dan dapat menjadi rujukan terkait dengan pengaruh paparan racun kista dinoflagellata terhadap embrio ikan medaka (*Oryzias javanicus*).

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. *Harmful algal bloom* (HAB)

Harmful algal blooms (HAB) adalah peningkatan populasi fitoplankton dengan cepat yang menyebabkan banyak dampak ekologis negatif terhadap ekosistem melalui produksi biotoksin berbahaya, dengan merusak atau menyumbat insang organisme air, atau dengan menginduksi kondisi anoksia atau hipoksia di kolom air yang dapat menyebabkan kematian massal peristiwa dalam ekosistem perairan (Watson et al., 2015). Meskipun tidak semua fitoplankton berbahaya, ada beberapa spesies yang diketahui akan membahayakan jaringan trofik pada tingkat yang lebih tinggi. Mayoritas spesies alga berbahaya berasal dari filum dinoflagellata dan hidup di perairan secara alami (Berdalet et al., 2016).

Harmful algal blooms (HAB) menjadi masalah utama pada perairan laut, payau, dan air tawar di seluruh dunia. HAB merupakan gejala ketidakseimbangan ekosistem, sering kali disebabkan oleh banyak perubahan lingkungan yang disebabkan oleh aktivitas manusia dan perubahan iklim (Hallegraeff et al., 2021). HAB biasanya lebih parah dan sering terjadi di perairan eutrofik dan mesoeutrofik. Sementara itu, *blooming* alga yang berbahaya telah meningkat frekuensinya sejak tahun 2000-an, dan luasnya selama beberapa dekade terakhir terus berulang hingga satu dekade.

Proses antropogenik yang terkait dengan eutrofikasi dapat menyebabkan ekosistem menjadi lebih rentan terhadap masalah lingkungan, termasuk *blooming* alga yang berbahaya. Secara umum, beberapa faktor abiotik dan biotik dapat merangsang pertumbuhan alga yang berbahaya, tetapi ketersediaan nutrisi di lingkungan perairan tampaknya menjadi faktor yang paling membatasi. Selain itu, suhu pada perairan yang menjadi lebih hangat dapat menyebabkan pertumbuhan HAB mengalami pertumbuhan yang lebih cepat. Pemanasan yang terjadi saat ini dikaitkan dengan *blooming* alga penghasil racun yang terjadi dalam waktu yang lama (Gobler, 2020).

Di Indonesia peristiwa HAB telah dilaporkan terjadi pada beberapa daerah, yang terjadi di pesisir eutrofik dan hipertrofik atau muara seperti di Teluk Lampung, Teluk Jakarta, Teluk Ambon, dan Pulau Pieh-Sumatera Barat (Irawan et al., 2017; Likumahua et al., 2019). Beberapa kejadian HAB tersebut telah merusak ekosistem perairan dan kesehatan masyarakat pesisir dengan menyebabkan kematian massal ikan atau udang atau kasus keracunan pada manusia (Suteja et al., 2021).

B. Efek HAB terhadap organisme perairan

HAB akan berinteraksi dengan invertebrata dan organisme akuatik lainnya baik secara langsung maupun tidak langsung (Turner et al., 2021). Secara langsung terjadi melalui konsumsi hewan yang mencari makan dengan *filter feeder* dan predasi. Beberapa spesies fitoplankton seperti dinoflagellata akan membentuk kista yang terakumulasi pada sedimen, hal tersebut dapat menyebabkan beberapa organisme bentik mengakumulasi biotoksin di dalam tubuhnya (Persson et al., 2006).

Paparan tidak langsung terjadi melalui jaring makanan dari organisme yang terkontaminasi biotoksin ke predator tingkat yang lebih tinggi. Salah satu dari banyak dampak tidak langsung adalah dengan mempengaruhi kesehatan invertebrata laut. Hewan dan manusia dapat terpapar racun yang dihasilkan oleh HAB melalui berbagai cara, seperti melalui konsumsi makanan laut yang terkontaminasi dan kontak dengan air yang terkontaminasi (Sarkar, 2018).

Efek berbahaya dari sebagian besar HAB dihasilkan dari produksi biotoksin yang dapat mengganggu fungsi fisiologis organisme yang terpapar. Biotoksin adalah penyebab utama ketiga, setelah penyakit dan gangguan manusia yang menyebabkan peristiwa kematian massal semua satwa liar, utamanya yang dihasilkan dari *cyanobacteria* dan dinoflagellata penghasil toksin yang mendominasi HAB perairan laut dan tawar (Fey et al., 2015). Mamalia laut juga mungkin terkena racun alga secara langsung melalui inhalasi racun aerosol atau tidak langsung melalui transfer jaring makanan (Broadwater et al., 2019). Peningkatan mortalitas atau morbiditas mamalia laut yang diamati dapat memberikan sinyal bahwa ada racun HAB.

Peningkatan populasi fitoplankton yang dapat memproduksi senyawa beracun di dalam suatu perairan dapat menyebabkan berbagai dampak negatif terhadap ekosistem perairan seperti berkurangnya kandungan oksigen di dalam air yang menyebabkan kematian berbagai organisme perairan. Pada penelitian Irawan et al., (2017) menjelaskan bahwa peningkatan populasi fitoplankton berbahaya akan diikuti dengan kenaikan tingkat kematian ikan.

C. Ikan *Oryzias javanicus* sebagai ikan model

Ikan medaka Jawa (*Oryzias javanicus* Bleeker, 1854) merupakan ikan tropis kecil yang berpotensi untuk dijadikan sebagai ikan uji karena memiliki ciri-ciri yang hampir sama dengan ikan laboratorium yang sudah ada (Imai et al., 2007). Spesies ini juga digunakan untuk mewakili ikan air tawar dan laut, karena kemampuannya untuk menempati air tawar, payau dan asin. Selain itu, medaka Jawa juga telah banyak digunakan sebagai organisme uji dalam ekologi, toksikologi dan ekotoksikologi (Aziz et

al., 2017; Ismail & Yusof, 2011; Mohamat-Yusuff et al., 2018).

Oryzias javanicus (Bleeker, 1854) merupakan suatu spesies model ikan bertulang sejati yang tersebar secara alami di air tawar Jepang, Korea dan Cina dan di perairan payau Semenanjung Malaysia, Singapura, Indonesia, dan Thailand (Ismail & Yusof, 2011). Pada perairan alami di Indonesia, ikan ini dapat ditemukan di Sumatera, Jawa, Kalimantan, Bali, Lombok, dan Sulawesi (Parenti, 2008).

Ikan medaka Jawa dapat tersedia sepanjang tahun, pertumbuhannya cepat, dapat hidup pada kualitas air yang baik hingga buruk, memiliki rentang hidup dan siklus hidup yang pendek, mudah diidentifikasi dan dibudidayakan di laboratorium, serta memiliki jangkauan geografis yang luas (Naruse et al., 2011). Selain itu, memiliki ukuran telur yang besar, transparan sehingga memudahkan dalam penelitian, fertilisasi berlangsung eksternal, dan pemijahan berlangsung cepat (Puspitasari & Suratno, 2017).

D. Embrio Sebagai Hewan Model dalam Bidang Ekotoksikologi

Dalam beberapa dekade terakhir penggunaan embrio ikan sebagai model yang berpotensi sebagai dalam penilaian toksisitas akut limbah dan bahan kimia lainnya (Scholz et al., 2008). *International Life Sciences Institute/Health and Environmental Sciences Institute* (ISLI-HESI) yang diadakan pada tahun 2008 dimana FET (*Fish Embryo Test*) dieksplorasi sebagai model yang berguna untuk prediksi toksisitas ikan akut (Belanger et al., 2013; Embry et al., 2010). Spesies ikan yang paling umum digunakan yaitu ikan zebra (*Danio rerio*), ikan lainnya seperti ikan medaka berpotensi digunakan sebagai hewan model dalam uji ekotoksikologi.

Embrio ikan medaka telah digunakan sebagai model untuk menganalisis racun mikroalga. Escoffier et al., (2007) telah melakukan percobaan pada embrio ikan medaka (*Oryzias latipes*) yang digunakan sebagai model percobaan untuk menganalisis toksisitas *ocadaic acid* (OA) dan *crude extracts* (CE) *Prorocentrum* dinoflagellata. Pada penelitian tersebut perkembangan embrio ikan medaka disimpan dalam media yang mengandung OA murni atau *Prorocentrum* CE diperiksa. Tingkat kelangsungan hidup berkurang hingga 100% tergantung pada konsentrasi yang digunakan dari OA dan CE dari *P. arenarium*, sementara tidak ada efek yang diamati dengan CE dari *P. emarginatum*. Studi anatomis dari embrio yang masih hidup menunjukkan bahwa toksisitas OA menghasilkan peningkatan yang signifikan pada daerah hati dan saluran pencernaan dibandingkan dengan kontrol. Embrio hidup yang diberi perlakuan *P. arenarium* menunjukkan peningkatan kuantitatif yang signifikan pada tubuh global dan area vitellus. Hasilnya menunjukkan bahwa efek toksik terhadap perkembangan embrio medaka OA murni dan *P. arenarium* ekstrak yang mengandung OA dapat dibedakan.

Penggunaan embrio ikan medaka Jawa (*Oryzias javanicus*) dalam uji toktosisitas

Streptococcus agalactiae. Amal et al., (2019) melakukan uji toksisitas *S. agalactiae* yang menghasilkan medaka Jawa rentan dan sensitif terhadap infeksi *S. agalactiae*. Perubahan klinis-patologis serupa dengan yang dijelaskan pada inang sebenarnya dan spesies ikan percobaan lainnya. Tanda-tanda klinis termasuk pemisahan dari kelompok sekolah, berenang di permukaan kolom air, kelesuan, pola renang yang tidak menentu, kekeruhan kornea dan exophthalmia. Pemeriksaan histopatologi mengungkapkan kegagalan umum di hampir semua organ internal, terutama di hati dan otak, sedangkan ginjal menunjukkan nekrosis tubular. Dari hasil penelitian mendukung pemanfaatan medaka Jawa sebagai model alternatif untuk studi pengembangan *Streptococcus*. Selain itu, mengabaikan model ikan berpotensi lainnya, peneliti menemukan bahwa medaka Jawa sebanding dan mampu sebagai organisme model penting lainnya untuk studi penyakit bakteri.

Penelitian toksisitas *Zinc Oxide* juga sudah dilakukan dengan menggunakan embrio medaka *Oryzias javanicus*. Amin et al., (2021) melakukan penelitian untuk mengetahui LC₅₀ NP ZnO pada embrio medaka Jawa (*Oryzias javanicus*) pada air keran. Percobaan dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga ulangan untuk enam perlakuan untuk akut (0.100, 0.250, 0.500, 1.00, 5.00, dan 10.00 mg/L) eksposur untuk setiap jenis air. LC₅₀ ZnO NP pada 96 jam ditentukan sebagai 0,643 mg/L dalam air ultra-murni, 1,333 mg/L dalam air deionisasi, dan 2,370 dalam air keran yang dideklorinasi. Selain toksisitas yang bergantung pada konsentrasi, kami juga mengamati toksisitas yang bergantung pada waktu untuk NP ZnO. Konsentrasi Zn²⁺ terukur tertinggi dalam konsentrasi paparan ditemukan dalam air ultra-murni, diikuti oleh suspensi air ledeng deionisasi dan deklorinasi. Selanjutnya, medaka Jawa menunjukkan sensitivitas tinggi terhadap paparan akut ZnO NP di semua jenis air.