

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada saat ini perkembangan industri dan teknologi telah berkembang secara pesat dan telah memasuki era revolusi industri 4.0. Berkembangnya sektor perindustrian pada saat ini selain menghasilkan produk dan jasa yang bermanfaat bagi masyarakat namun juga memberikan dampak negatif bagi lingkungan yaitu limbah yang berbahaya dan beracun. Limbah berbahaya dan beracun yang dihasilkan industri antara lain dapat berupa logam berat yang jika tidak dikelola dengan baik dapat menyebabkan gangguan, kerusakan, bahkan perubahan bagi makhluk hidup. Logam berat merupakan polutan berbahaya karena memiliki sifat tidak dapat terurai secara alami dan cenderung terakumulasi dalam air, sedimen dasar perairan, dan organisme (Harun *et al.*, 2008). Menurut Kar *et al.* (2008) penyebab utama dari logam berat dapat menjadi polutan yang berbahaya karena logam berat sangat sulit untuk didegradasi oleh organisme yang hidup di lingkungan sehingga organisme yang terdapat di perairan dapat mengakumulasi melalui jaringan yang ada di tubuhnya. Secara umum logam berat dapat dikategorikan sebagai *essential* dan *non essential*. Contoh logam berat *essential* antara lain ada Cu, Zn, Fe, Co dan Mn sedangkan logam berat *non essential* adalah Hg, Cd, Pb dan Cr (Happy *et al.*, 2012). Kekurangan dari logam *essential* adalah jika konsentrasinya terlalu tinggi dapat menyebabkan efek yang merugikan pada kesehatan, selain itu dapat menimbulkan dampak buruk yang setara atau bahkan lebih buruk daripada yang disebabkan oleh logam *non essential* (Kennedy, 2011).

Kehadiran logam berat di perairan seperti sungai, laut, dan laguna menyebabkan efek buruk bagi organisme akuatik dan telah menjadi perhatian selama beberapa dekade terakhir (Sfakianakis *et al.*, 2015). Logam berat yang ada di perairan sebagian besar berasal dari limbah industri dan aktivitas manusia. Beberapa jenis logam berat di perairan seperti sungai yang sering ditemukan adalah Cd, Cr, Cu, Hg, As, dan Pb. Pemaparan logam berat secara berlanjut dengan

konsentrasi yang tinggi memiliki dampak yang berbahaya yaitu logam berat yang terserap oleh organisme akuatik jadi semakin tinggi sehingga dapat terakumulasi pada tubuh organisme akuatik tersebut. Logam berat pada perairan memiliki efek toksik bagi organisme akuatik contohnya ikan karena dapat terserap ke dalam tubuh melalui insang. Jaringan tubuh organisme yang cepat terakumulasi dengan logam berat adalah jaringan insang karena jika terpapar oleh logam berat dapat menyebabkan ikan menjadi lemas yang kemudian akan mati, hal ini disebabkan karena proses pertukaran ion dan gas yang melalui insang terganggu (Mukono, 2002). Ada beberapa kasus mengenai pencemaran logam berat contohnya pencemaran kadmium di Jepang atau *Itai-itai disease* yang terjadi pada tahun 1967 dan menyebabkan penyakit dengan gejala pada ginjal dan tulang menjadi lunak. Pencemaran merkuri di Teluk Minamata Jepang tahun 1950 yang menyebabkan Penyakit Minamata (Budiono, 2003). Menurut Anggraini dan Puryanti. (2019) kasus pencemaran tembaga terjadi di sekitar Teluk Bayur Kota Padang dari 5 stasiun yang diamati menunjukkan rata-rata tertinggi yaitu pada stasiun 3 dengan nilai sebesar 0,964 mg/L, hal ini dikarenakan pada stasiun 3 terdapat kepadatan penduduk dan adanya aktivitas pengolahan kayu yang membuang limbahnya di sekitar perairan Teluk Bayur.

Ikan merupakan salah satu organisme akuatik yang dapat melakukan proses reproduksi sehingga dapat berkembang biak mulai dari fase telur lalu menjadi larva dan tumbuh besar hingga menjadi induk kembali. Ikan merupakan produk pangan yang dibutuhkan manusia karena memiliki kandungan gizi dan nilai ekonomis yang tinggi, oleh karena itu manusia banyak melakukan budidaya perikanan. Budidaya perikanan atau akuakultur memiliki beberapa manfaat selain untuk memenuhi kebutuhan pangan manusia yaitu untuk memperbaiki stok ikan yang ada di alam (*stock enhancement*), sebagai tempat rekreasi dan juga untuk menghasilkan ikan hias. Spesies ikan air tawar yang populer serta mudah dilakukan budidaya adalah ikan mas (*Cyprinus carpio*). Ikan mas memiliki beberapa kelebihan bila dibandingkan dengan beberapa jenis ikan air tawar lainnya, yaitu pertumbuhannya yang cepat, mudah dibudidaya serta memiliki protein dan nilai ekonomis yang tinggi. Ikan mas seringkali digunakan sebagai hewan uji toksisitas dikarenakan ikan

mas sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan perairan (Amaliyah *et al.*, 2022). Selain itu ikan mas merupakan ikan yang sangat rentan terhadap logam berat sehingga ketika logam berat terabsorpsi oleh tubuh dan ditransportasikan menuju hati akan langsung diikat oleh protein (*thionein*) yang kemudian akan membentuk *metallothionein* dan terdetoksifikasi oleh hati serta ditransportasikan ke ginjal untuk diekskresikan (Dewi *et al.*, 2014). Dalam beberapa tahun terakhir embrio ikan sering digunakan sebagai indikator biologis untuk menilai potensi resiko logam berat yang terakumulasi pada ikan (Cao *et al.*, 2009; Barjhoux *et al.*, 2012). Dalam siklus kehidupan ikan tahap embrio dan larva umumnya dianggap sebagai fase yang paling sensitif terhadap toksisitas (Osman *et al.*, 2007; Zhang *et al.*, 2012). Kontaminasi oleh logam transisi di lingkungan perairan secara langsung dapat mempengaruhi potensi reproduksi ikan yang dapat menyebabkan terganggunya mekanisme endokrin, gangguan perkembangan embrio, penetasan dan pertumbuhan larva (Dey *et al.*, 2009). Menurut penelitian Kong *et al.* (2013) tentang pemaparan tembaga pada *Carassius auratus* yang dimulai dari fertilisasi hingga 24 jam pasca fertilisasi dengan variasi konsentrasi yaitu 0,1; 0,4; 0,7; dan 1 mg/L menunjukkan tingkat deformitas yang tinggi pada paparan konsentrasi 1 mg/L yaitu dengan persentase 10% sehingga dapat disimpulkan bahwa tingkat deformitas meningkat secara bertahap sesuai dengan meningkatnya konsentrasi tembaga yang dipaparkan ke embrio.

Tembaga (Cu) adalah elemen dasar yang melimpah dan dapat ditemukan dalam berbagai bebatuan serta mineral. Logam tembaga sekarang banyak mendapatkan perhatian karena telah digunakan secara luas namun juga terdapat dampak buruk dari penggunaan tembaga yang berlebihan yaitu cenderung mudah menumpuk dan bersifat toksik bagi organisme akuatik (Johnson *et al.*, 2007). Tembaga diperlukan oleh organisme yang hidup di perairan yaitu untuk melakukan pertumbuhan dan perkembangan namun apabila konsentrasi yang terakumulasi ke dalam tubuh terlalu tinggi maka akan menjadi racun bagi tubuh organisme tersebut. Meskipun tembaga adalah logam *essential* bagi hampir semua organisme termasuk ikan serta terlibat dalam banyak fungsi fisiologis, namun konsentrasi tembaga yang

tinggi dapat menyebabkan efek toksik seperti gangguan pada transportasi ion *branchial* dan aktivitas enzim (Mahrosh *et al.*, 2014). CuSO_4 merupakan tembaga yang digunakan sebagai algasida pada kolam ikan komersial; mengontrol pertumbuhan fitoplankton pada kolam rekreasi ikan; untuk mengendalikan penyakit ikan tertentu melalui alga yang berserabut (Williams *et al.*, 2015). Menurut Craig *et al.* (2007) reaktivitas tembaga yang tinggi dalam jaringan dapat mendorong reaksi redoks dalam metabolisme fisiologis untuk membentuk *Reactive Oxygen Species* (ROS) yaitu sebuah proses yang dikenal sebagai reaksi Fenton. Pada tingkat tertentu ROS dibutuhkan oleh organisme untuk melakukan fungsi biologis, namun jika berlebihan ROS dapat menyebabkan stres oksidatif seperti kerusakan DNA dan mengganggu fungsi seluler oleh peroksidasi lipid sehingga dapat menyebabkan apoptosis sel. Selain itu paparan logam terhadap sperma ikan seperti kadmium dan tembaga dapat mempengaruhi kualitas seperti mengurangi mobilitas waktu, meningkatkan kerusakan morfologi, kerusakan oksidatif dan peroksidasi lipid (Bombardelli *et al.*, 2016) dan mengganggu proses fertilisasi.

Tembaga yang tercemar di perairan jika memiliki nilai konsentrasi yang tinggi dapat bersifat toksik bagi ekosistem perairan. Dapat dikatakan sangat berbahaya bagi organisme akuatik seperti ikan karena ikan melakukan fertilisasi secara eksternal yaitu di air. Jika kondisi air sedang tercemar oleh tembaga lalu terakumulasi maka dapat mengganggu proses fertilisasi dan dapat menyebabkan abnormalitas sekaligus kematian pada embrio serta larva. Oleh karena itu pencemaran tembaga jika tidak dikurangi atau dihentikan maka dapat menyebabkan kepunahan pada spesies ikan serta jika ikan atau organisme akuatik yang terakumulasi tembaga terkonsumsi manusia maka dapat memberikan efek pada kesehatan manusia seperti muntah, diare, *Wilson disease* dan sebagainya (Roychoudhury *et al.*, 2016). Dalam rangka menangani pencemaran tembaga pemerintah RI menerbitkan peraturan tentang nilai ambang batas tembaga pada perairan melalui PP No. 22 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup dengan nilai ambang batas sebesar 0,05 mg/L.

Berdasarkan uraian latar belakang di atas maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh logam berat khususnya tembaga sulfat pentahidrat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) terhadap tingkat fertilisasi, perkembangan awal embrio, diameter embrio dan morfometri larva ikan mas (*Cyprinus carpio*).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apakah pemaparan tembaga dengan variasi dosis mempengaruhi tingkat fertilisasi ikan mas (*Cyprinus carpio*)?
2. Apakah pemaparan tembaga dengan variasi dosis mempengaruhi perkembangan embrio ikan mas (*Cyprinus carpio*)?
3. Apakah pemaparan tembaga dengan variasi dosis mempengaruhi diameter embrio ikan mas (*Cyprinus carpio*)?
4. Apakah pemaparan tembaga dengan variasi dosis mempengaruhi morfometri larva ikan mas (*Cyprinus carpio*)?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, diperoleh tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh pemaparan tembaga dengan variasi dosis terhadap tingkat fertilisasi ikan mas (*Cyprinus carpio*).
2. Mengetahui pengaruh pemaparan tembaga dengan variasi dosis terhadap perkembangan embrio ikan mas (*Cyprinus carpio*).
3. Mengetahui pengaruh pemaparan tembaga dengan variasi dosis terhadap diameter embrio ikan mas (*Cyprinus carpio*).
4. Mengetahui pengaruh pemaparan tembaga dengan variasi dosis terhadap morfometri larva ikan mas (*Cyprinus carpio*).

1.4 Asumsi Penelitian

Tembaga secara tidak langsung dapat merusak untai DNA melalui produksi *Reactive Oxygen Species* (ROS) yang menyebabkan terjadinya apoptosis atau

kematian sel. Paparan tembaga dapat menyebabkan penurunan motilitas dan viabilitas pada sperma sehingga hal ini dapat menyebabkan terjadinya infertilitas dikarenakan adanya kerusakan DNA akibat oksidasi. Tembaga dapat mengubah permeabilitas selektif dari membran telur sehingga menyebabkan terjadinya gangguan dalam pertukaran kation antara cairan perivitellin dan air. Selain itu bioakumulasi tembaga pada embrio serta larva dapat mengakibatkan deformitas bahkan mortalitas yang akhirnya menyebabkan penurunan jumlah spesies bahkan terjadinya kepunahan, hal ini dikarenakan telur ikan tidak mengalami perkembangan dengan baik akibat terpapar tembaga. Sehingga dapat diasumsikan sperma dan telur beserta embrio ikan mas (*Cyprinus carpio*) yang terpapar tembaga akan mempengaruhi tingkat fertilisasi dan perkembangan embrio hingga menetas.

1.5 Hipotesis Penelitian

1.5.1 Hipotesis kerja

Hipotesis kerja yang digunakan dalam penelitian ini adalah jika logam berat tembaga (Cu) terpapar pada sperma dan telur beserta embrio dapat menyebabkan bioakumulasi sehingga dapat mempengaruhi tingkat fertilisasi pada ikan serta akan terjadi malformasi dan deformitas pada embrio ikan. Oleh karena itu pemaparan tembaga dengan variasi dosis dapat berpengaruh pada tingkat fertilisasi, perkembangan embrio, diameter embrio dan morfometri larva ikan mas (*Cyprinus carpio*).

1.5.2 Hipotesis statistik

$H_{0(1)}$: Tidak ada pengaruh pemaparan logam berat tembaga (Cu) terhadap tingkat fertilisasi pada ikan mas (*Cyprinus carpio*).

$H_{1(1)}$: Ada pengaruh pemaparan logam berat tembaga (Cu) terhadap tingkat fertilisasi pada ikan mas (*Cyprinus carpio*).

$H_{0(2)}$: Tidak ada pengaruh pemaparan logam berat tembaga (Cu) terhadap perkembangan embrio pada ikan mas (*Cyprinus carpio*).

$H_{1(2)}$: Ada pengaruh pemaparan logam berat tembaga (Cu) terhadap perkembangan embrio pada ikan mas (*Cyprinus carpio*).

$H_{0(3)}$: Tidak ada pengaruh pemaparan logam berat tembaga (Cu) terhadap diameter embrio pada ikan mas (*Cyprinus carpio*).

$H_{1(3)}$: Ada pengaruh pemaparan logam berat tembaga (Cu) terhadap diameter embrio pada ikan mas (*Cyprinus carpio*).

$H_{0(4)}$: Tidak ada pengaruh pemaparan logam berat tembaga (Cu) terhadap morfometri larva ikan mas (*Cyprinus carpio*).

$H_{1(4)}$: Ada pengaruh pemaparan logam berat tembaga (Cu) morfometri larva ikan mas (*Cyprinus carpio*).

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat memberikan informasi tentang pengaruh pemaparan logam berat tembaga (Cu) terhadap tingkat fertilisasi dan perkembangan embrio ikan mas (*Cyprinus carpio*), yang bermanfaat atau dapat menjadi pertimbangan bagi pembudidaya ikan mas dan untuk memberikan informasi tentang bahaya pencemaran logam berat khususnya tembaga pada organisme perairan dan lingkungan akuatik.