

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pencemaran lingkungan terutama pencemaran air menjadi masalah publik karena air merupakan kebutuhan esensial dalam kehidupan (Hayati, 2017). Beberapa bahan yang dapat menyebabkan pencemaran air antara lain bahan mikrobiologi (bakteri, virus, parasit), bahan organik (pestisida, deterjen, insektisida, limbah rumah tangga) dan bahan anorganik (garam, asam, logam) serta bahan kimia lainnya (Pratiwi, 2016). Menurut UU RI No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup Pasal 1 Ayat 14 disebutkan bahwa pencemaran lingkungan hidup adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan (Anonim, 2009).

Perkembangan industri dan pertambahan jumlah penduduk merupakan salah satu penyebab terjadinya pencemaran air termasuk air tawar (Sujata, 2015). Aktivitas manusia seperti industri dan pertanian yang meliputi pembakaran batu bara dan minyak, pembuatan plastik serta pestisida merupakan sumber utama produksi logam berat yang dapat menyebabkan pencemaran pada air (Hamada, 2018). Logam berat merupakan bahan non-biodegradable dan apabila masuk ke

dalam perairan akan terabsorpsi ke dalam partikel sedimen dan terakumulasi ke dalam tubuh ikan sehingga menyebabkan efek toksik (Rahman, 2018).

Salah satu logam berat yang memiliki efek toksik adalah kadmium (Cd). Di antara logam berat lainnya, Cd masuk ke dalam *blacklist* oleh komunitas Eropa dikarenakan memiliki tingkat toksisitas yang tinggi dan belum diketahui fungsi biologisnya (Sujata, 2015). Logam berat Cd berbentuk kristal berwarna putih dengan nomor atom 48 dan secara kimia mirip dengan Zn dan Hg (Sharma, 2014). Sumber utama kadmium adalah pertambangan, hasil peleburan Zn dan Pb. Logam berat Cd banyak digunakan dalam industri pembuatan plastik vinil yang digunakan dalam pembuatan pipa besi maupun plastik (Kaoud, 2011). Sumber lain logam kadmium adalah limbah cair dari industri pelapisan logam (Siska, 2012).

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan salah satu komoditas penting di pasar Asia. Ikan nila merupakan omnivora yang dapat memakan segala jenis pakan baik hidup maupun pakan kering dan ikan nila dapat hidup dengan baik meskipun dalam kualitas air yang rendah (Rahman, 2018). Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) memiliki nilai ekonomi yang tinggi sehingga ikan nila banyak dimanfaatkan oleh masyarakat.

Ikan nila merupakan salah satu ikan air tawar yang dibudidayakan dan menjadi komoditas ekspor. Indonesia merupakan salah satu dari empat negara sebagai pengekspor ikan nila di dunia (Pratiwi *et al.*, 2016). Ikan nila pertama kali didatangkan ke Indonesia oleh Badan Penelitian Perikanan Air Tawar (Balitkantar) pada tahun 1969 dan menyebar secara luas di Indonesia. Perkembangan dan penyebaran ikan nila yang pesat dikarenakan pertumbuhan ikan

nila relatif cepat, ukuran besar, mudah dikembangbiakkan dan daya hidupnya tinggi karena ikan nila memiliki toleransi terhadap kondisi lingkungan yang luas (Nazrul, 2011).

Logam berat Cd merupakan logam berat yang banyak ditemukan di lingkungan terutama di perairan. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air kadar Cd pada perairan tidak boleh melebihi 0,01 mg/L (Pratiwi, 2016). Perairan bagian barat Teluk Jakarta memiliki kandungan logam Cd yang melebihi ambang batas yang ditetapkan yaitu sebesar 0,47mg/L (Indirawati, 2017). Logam berat Cd merupakan logam berat yang memiliki tingkat distribusi yang tinggi dan dapat terdistribusi secara cepat di dalam jaringan. Logam berat Cd masuk dan terakumulasi di dalam organ hati, ginjal serta organ reproduksi (Monsefi, 2009). Organisme perairan terutama ikan terkontaminasi oleh logam berat melalui rantai makanan dan air yang tercemar logam berat (Acosta *et al.*, 2016). Logam berat kadmium memiliki efek negatif pada makhluk hidup. Pada penelitian yang dilakukan oleh Monsefi (2008) logam berat kadmium menurunkan motilitas spermatozoa mencit. Hasil penelitian Wanguyun (2018) dan Giri (2008) menunjukkan bahwa logam berat menurunkan jumlah total bakteri dalam usus ikan.

Pada ikan logam Cd masuk melalui insang dalam bentuk ion dan memasuki organ melalui pembuluh darah (Okocha, 2011). Gonad atau testis merupakan salah satu target logam berat Cd. Akumulasi logam berat kadmium di gonad akan mengurangi produksi hormon testosteron yang akan mempengaruhi kualitas spermatozoa (Patra *et al.*, 2011). Efek logam berat Cd terhadap sistem reproduksi

ikan adalah mengurangi konsentrasi dan motilitas spermatozoa, meningkatkan peroksidasi lemak dan mempengaruhi pendewasaan spermatozoa (Acosta *et al.*, 2016).

Reactive oxygen species (ROS) akan meningkat seiring dengan banyaknya paparan logam Cd. Spermatozoa rentan terhadap efek merusak dari ROS karena membran spermatozoa terdiri dari asam lemak yang dapat teroksidasi oleh adanya ROS dan pada spermatozoa terdapat sedikit enzim yang mampu mencegah efek negatif ROS. Peroksidasi lemak mengakibatkan membran kehilangan integritas dan meningkatkan permeabilitas, menonaktifkan enzim seluler, merusak struktur DNA dan menyebabkan kematian sel sehingga menurunkan viabilitas spermatozoa. Peningkatan produksi ROS akan mempengaruhi motilitas spermatozoa dikarenakan ROS menghambat produksi NADPH pada mitokondria yang merupakan sumber energi bagi spermatozoa (Sharaf, 2017).

Penurunan kualitas spermatozoa akan mempengaruhi produksi ikan nila dalam budidaya. Untuk meminimalisir efek logam berat pada ikan nila maka ditambahkan probiotik dalam pakan ikan. Probiotik merupakan suplemen pakan mikroba hidup yang memberikan efek positif atau keuntungan pada inang (Standen, 2015). Penggunaan probiotik pada budidaya ikan nila menguntungkan peternak dikarenakan probiotik meningkatkan nafsu makan ikan, memacu pertumbuhan ikan dan meningkatkan daya tahan ikan (Kathia *et al.*, 2018). Pada ikan probiotik dapat meningkatkan sistem imun, mengurangi stress dan meningkatkan fungsi pencernaan serta meningkatkan jumlah bakteri dalam usus ikan (Standen, 2015).

Probiotik yang digunakan adalah probiotik yang mengandung bakteri asam laktat atau *lactic acid bacteria* (LAB). *Lactic acid bacteria* yang terkandung dalam probiotik merupakan bakteri yang berperan dalam meremediasi logam berat yang masuk ke dalam tubuh ikan (Yu *et al.*, 2019). Bakteri yang terkandung dalam probiotik dapat mengurangi logam berat yang terdapat dalam tubuh melalui mekanisme biosorpsi dengan membentuk ikatan antara logam berat dengan permukaan sel bakteri (Wanguyun, 2018).

Peningkatan kadar ROS yang menyebabkan stress oksidatif dalam tubuh ikan dapat ditekan dengan adanya antioksidan. Antioksidan berperan dalam menghilangkan radikal bebas yang ditimbulkan oleh adanya paparan logam berat (Valko, 2006). Salah satu antioksidan yang digunakan adalah vitamin C. Vitamin C mencegah reaksi peroksidasi lemak yang terjadi pada membran spermatozoa sehingga meningkatkan motilitas spermatozoa dan mencegah kerusakan DNA pada spermatozoa.

Berdasarkan pemaparan tersebut, maka diperlukan kajian lebih lanjut mengenai pengaruh pemberian pakan probiotik dan vitamin C terhadap kualitas spermatozoa dan jumlah total bakteri pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipapar logam berat Cd. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi mengenai pengaruh probiotik dan vitamin C terhadap kualitas spermatozoa sehingga dapat meningkatkan hasil budidaya ikan nila.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah diuraikan, maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apakah pemberian pakan suplemen yang mengandung probiotik dapat mempengaruhi durasi motilitas individu, motilitas massa dan viabilitas spermatozoa ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipapar logam berat kadmium dengan berbagai konsentrasi?
2. Apakah pemberian pakan suplemen yang mengandung probiotik berpengaruh terhadap jumlah total bakteri usus ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipapar logam berat dengan berbagai konsentrasi?
3. Apakah pemberian pakan suplemen yang mengandung vitamin C dapat mempengaruhi durasi motilitas individu, motilitas massa dan viabilitas spermatozoa ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipapar logam berat kadmium dengan berbagai konsentrasi?
4. Apakah pemberian pakan suplemen yang mengandung vitamin C berpengaruh terhadap jumlah total bakteri usus ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipapar logam berat dengan berbagai konsentrasi?
5. Apakah pemberian pakan suplemen yang mengandung probiotik dan vitamin C dapat mempengaruhi durasi motilitas individu, motilitas massa dan viabilitas spermatozoa ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipapar logam berat kadmium dengan berbagai konsentrasi?

6. Apakah pemberian pakan suplemen yang mengandung probiotik dan vitamin C berpengaruh terhadap jumlah total bakteri usus ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipapar logam berat dengan berbagai konsentrasi?
7. Apa jenis pakan suplemen yang memiliki pengaruh terbaik terhadap kualitas spermatozoa dan jumlah total bakteri usus ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipapar logam berat dengan berbagai konsentrasi?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh pemberian pakan suplemen yang mengandung probiotik terhadap durasi motilitas individu, motilitas massa dan viabilitas spermatozoa ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipapar logam berat kadmium dengan berbagai konsentrasi.
2. Mengetahui pengaruh pemberian pakan suplemen yang mengandung probiotik terhadap jumlah total bakteri usus ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipapar logam berat kadmium dengan berbagai konsentrasi.
3. Mengetahui pengaruh pemberian pakan suplemen yang mengandung vitamin C terhadap motilitas individu, motilitas massa dan viabilitas spermatozoa ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipapar logam berat kadmium dengan berbagai konsentrasi.
4. Mengetahui pengaruh pemberian pakan suplemen yang mengandung vitamin C terhadap jumlah total bakteri usus ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipapar logam berat kadmium dengan berbagai konsentrasi.

5. Mengetahui pengaruh pemberian pakan suplemen yang mengandung probiotik dan vitamin C terhadap motilitas individu, motilitas massa dan viabilitas spermatozoa ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipapar logam berat kadmium dengan berbagai konsentrasi.
6. Mengetahui pengaruh pemberian pakan suplemen yang mengandung probiotik dan vitamin C terhadap jumlah total bakteri usus ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipapar logam berat kadmium dengan berbagai konsentrasi.
7. Mengetahui jenis pakan suplemen yang memiliki pengaruh terbaik terhadap kualitas spermatozoa dan jumlah total bakteri usus ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipapar logam berat dengan berbagai konsentrasi?

1.4 Asumsi Penelitian

Kadmium merupakan logam berat yang beracun karena dapat menyebabkan efek kerusakan pada organisme. Akumulasi Cd pada tubuh ikan dapat menyebabkan menurunnya kualitas spermatozoa ikan. Penurunan kualitas spermatozoa tersebut disebabkan karena akumulasi logam berat kadmium dapat meningkatkan produksi *reactive oxygen species* (ROS). Peningkatan ROS memicu terjadinya oksidasi lipid pada membran spermatozoa sehingga menyebabkan turunnya viabilitas spermatozoa. Peningkatan ROS juga memicu terjadinya kerusakan DNA pada bagian mitokondria spermatozoa yang menyebabkan menurunnya motilitas spermatozoa dikarenakan mitokondria merupakan penghasil ATP yang berguna dalam pergerakan spermatozoa. Probiotik yang mengandung *lactic acid bacteria* (LAB) dapat meningkatkan jumlah total bakteri dalam usus

ikan yang berperan dalam bioremediasi logam berat Cd dengan mengikat logam berat di dalam saluran pencernaan untuk menurunkan konsentrasi logam berat dalam tubuh ikan. Vitamin C berperan sebagai antioksidan yang dapat mengurangi efek radikal bebas yang disebabkan oleh logam berat Cd dengan cara mengikat radikal bebas tersebut dan mengeluarkan logam Cd melalui feses. Oleh karena itu, pemberian probiotik dan vitamin C pada pakan ikan diharapkan mampu menurunkan konsentrasi logam berat dalam tubuh ikan sehingga mengurangi kadar ROS dalam tubuh ikan dan terjadi peningkatan kualitas spermatozoa dalam hal motilitas dan viabilitas spermatozoa.

1.5 Hipotesis Penelitian

1.5.1 Hipotesis Kerja

Pemberian probiotik dan vitamin C dalam pakan ikan berpengaruh terhadap kualitas spermatozoa ikan dan jumlah total bakteri usus ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipapar logam berat Cd dengan berbagai konsentrasi. Jika pemberian probiotik dan vitamin C dalam pakan ikan dapat menurunkan kadar ROS, maka kualitas spermatozoa dan jumlah total bakteri usus ikan meningkat.

1.5.2 Hipotesis Statistik

Hipotesis statistik dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

H_{0a} : Pemberian pakan suplemen yang mengandung probiotik tidak dapat mempengaruhi motilitas individu, motilitas massa dan viabilitas spermatozoa ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipapar kadmium dengan berbagai konsentrasi.

- H_{1a} : Pemberian pakan suplemen yang mengandung probiotik dapat mempengaruhi motilitas individu, motilitas massa dan viabilitas spermatozoa ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipapar kadmium dengan berbagai konsentrasi.
- H_{0b} : Pemberian pakan suplemen yang mengandung probiotik tidak berpengaruh terhadap jumlah total bakteri usus ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipapar kadmium dengan berbagai konsentrasi.
- H_{1b} : Pemberian pakan suplemen yang mengandung probiotik berpengaruh terhadap jumlah total bakteri usus ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipapar kadmium dengan berbagai konsentrasi.
- H_{0c} : Pemberian pakan suplemen yang mengandung vitamin C tidak dapat mempengaruhi motilitas individu, motilitas massa dan viabilitas spermatozoa ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipapar kadmium dengan berbagai konsentrasi.
- H_{1c} : Pemberian pakan suplemen yang mengandung vitamin C dapat mempengaruhi motilitas individu, motilitas massa dan viabilitas spermatozoa ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipapar kadmium dengan berbagai konsentrasi.
- H_{0d} : Pemberian pakan suplemen yang mengandung vitamin C tidak berpengaruh terhadap jumlah total bakteri usus ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipapar kadmium dengan berbagai konsentrasi.

- H_{1d} : Pemberian pakan suplemen yang mengandung vitamin C berpengaruh terhadap jumlah total bakteri usus ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipapar kadmium dengan berbagai konsentrasi.
- H_{0e} : Pemberian pakan suplemen yang mengandung probiotik dan vitamin C tidak dapat mempengaruhi motilitas individu, motilitas massa dan viabilitas spermatozoa ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipapar kadmium dengan berbagai konsentrasi.
- H_{1e} : Pemberian pakan suplemen yang mengandung probiotik dan vitamin C dapat mempengaruhi motilitas individu, motilitas massa dan viabilitas spermatozoa ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipapar kadmium dengan berbagai konsentrasi.
- H_{0f} : Pemberian pakan suplemen yang mengandung probiotik dan vitamin C tidak berpengaruh terhadap jumlah total bakteri usus ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipapar kadmium dengan berbagai konsentrasi.
- H_{1f} : Pemberian pakan suplemen yang mengandung probiotik dan vitamin C berpengaruh terhadap jumlah total bakteri usus ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipapar kadmium dengan berbagai konsentrasi.

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pengaruh pemberian probiotik dan vitamin C dalam pakan ikan terhadap kualitas

spermatozoa ikan dan jumlah total bakteri usus ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipapar logam berat Cd sehingga dapat menjadi acuan dalam penanggulangan logam berat Cd dan peningkatan usaha pembenihan ikan nila (*Oreochromis niloticus*).