

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi Ikan Zebra

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi

Klasifikasi ikan zebra menurut Meyer *et al.* (1993), adalah sebagai berikut:

Filum : Chordata

Kelas : Actynopterygii

Ordo : Cypriniformes

Famili : Cyprinidae

Genus : *Danio*

Spesies : *Danio rerio*



Gambar 1. Ikan Zebra (Klee *et al.*, 2011).

Ikan zebra banyak ditemui di perairan tawar. Ikan ini memiliki corak garis-garis melintang putih di sisi tubuhnya. Menurut Ganguly *et al.* (2012), ikan zebra merupakan ikan dengan ciri khas tertentu. Ikan zebra memiliki garis-garis biru yang khas, berpigmen, dan garis-garis horisontal di permukaan tubuhnya ini yang menjadi alasan dinamakan ikan zebra. Garis-garis itu melintasi sepanjang seluruh tubuhnya dari kepala sampai ke daerah sirip ekor. Bentuk tubuhnya uniform dan pipih. Warna pigmen pada garis tubuhnya berwarna biru gelap dan berselang seling. Letak mulut berada di atas. Ikan betina memiliki perut putih yang lebih besar dari pada jantan dan bisa tumbuh sampai 4-7 cm panjangnya. Ikan zebra mampu bertahan hidup selama 3-5 tahun.

2.1.2 Habitat

Populasi Ikan Zebra (*D. rerio*) banyak ditemukan pada perairan yang pergerakan air yang tenang seperti sawah, danau dan kolam. Namun demikian, Ikan Zebra (*D. rerio*) juga seringkali ditemukan di daerah Sungai Gangga dan Brahmaputra yang terletak di Negara India, Bangladesh, Nepal dan Myanmar. Ikan Zebra (*D. rerio*) lebih mampu bertahan hidup pada daerah yang terkena sinar matahari sepanjang tahun. Hal ini dikarenakan Ikan Zebra (*D. rerio*) akan mendapatkan perairan yang kaya akan nutrisi seperti bahan organik yang dibutuhkan oleh ikan tersebut (Spence, 2006).

Ikan zebra berasal dari Asia Selatan, dan tersebar luas di seluruh wilayah India, Bangladesh, Nepal, Myanmar, dan Pakistan. Wilayah geografis ini memiliki iklim monsun, dengan dua musim yakni musim hujan dan kemarau yang memiliki efek mendalam pada parameter habitat, termasuk kimia air dan kelimpahan sumber daya. Ikan zebra telah dilaporkan dapat hidup pada berbagai jenis habitat di wilayah ini, termasuk parit irigasi dan sawah, kolam ikan buatan manusia, hulu sungai, dan bahkan bukit-bukit yang cepat mengalir airnya (Lawrence, 2007).

2.1.3 Kebiasaan Makan

Menurut Lawrence (2007), bahwa hal penting dalam pemeliharaan ikan zebra ada kebutuhan nutrisi yang harus terpenuhi di dalam pakan. Pilihan makanan sangat penting bagi kesehatan dan produktivitas ikan. Ikan di penangkaran dapat diberi makan mangsa hidup (pakan alami), makanan buatan, atau pakan campuran dari keduanya. Hal ini layak untuk memberi makan ikan zebra selama masa hidup. Pakan hidup seperti artemia atau rotifera (*Brachionus* sp.) biasanya memiliki profil nutrisi seimbang dan oleh karena itu kemungkinan besar memenuhi persyaratan sebagai makanan ikan zebra. Cacing darah (*Chironomid larvae*) juga biasa diamakan oleh ikan zebra liar.

Perawatan ikan zebra dapat dilakukan dengan memberikan kombinasi dari pakan alami dan pakan kering. Pada periode 5-7 hari setelah fertilisasi, nutrisi tambahan larva yang berupa kantong kuning telur tidak lagi dapat memenuhi kebutuhan pakannya sehingga bisa diberi pakan tambahan berupa *paramecium* ataupun rotifera sampai 9-15 hari. Dapat juga diberikan artemia sebagai pakan utamanya. Kelebihan dari pakan alami yakni mudah untuk dicerna, mudah didapatkan dan nutrisinya memenuhi kebutuhan ikan zebra (Farias dan Certal, 2016).

2.1.4 Pertumbuhan

Terdapat beberapa hal yang mempengaruhi pertumbuhan pada ikan seperti yang dinyatakan oleh Spikadhara *et al.* (2012), bahwa pertumbuhan adalah pertambahan ukuran panjang dan berat dalam suatu waktu akibat pembelahan sel secara mitosis. Ukuran sel akan mengalami peningkatan. Kualitas air merupakan salah satu faktor penting dalam pertumbuhan ikan. Kualitas air yang diukur pada penelitian ini meliputi suhu, pH, oksigen terlarut, ammonia, dan salinitas.

Pertumbuhan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu faktor dari dalam dan faktor dari luar, adapun faktor dari dalam meliputi sifat keturunan, ketahanan terhadap penyakit dan kemampuan dalam memanfaatkan makanan, sedangkan faktor dari luar meliputi sifat fisika, kimia dan biologi perairan. Faktor makanan dan suhu perairan merupakan faktor utama yang dapat mempengaruhi pertumbuhan ikan (Prihadi, 2007). Untuk meningkatkan pertumbuhan maka perlu adanya kontrol dari pakan, lingkungan dan dari ikan itu sendiri.

2.2 Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Telur

Perkembangan telur dipengaruhi oleh faktor dalam dan luar dari ikan (lingkungan dan pakan). Pengaruh faktor lingkungan terhadap gametogenesis

dibantu oleh hubungan antara poros *Hipotalamus-Pituitari-Gonad* melalui proses stimulasi atau rangsangan. Hormon-hormon yang ikut dalam proses ini adalah GnRH dan Steroid. Keadaan ini memungkinkan untuk perlakuan pemberian hormon baik melalui penyuntikan, implantsi dan pakan (Gusrina, 2014).

Kualitas telur dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal meliputi umur induk, ukuran induk dan genetika. Faktor eksternal meliputi pakan, suhu, cahaya, kepadatan, dan populasi. Genetika induk ikan mempengaruhi telur yang dihasilkan. Dua faktor internal genetik yang mempengaruhi mutu telur adalah umur induk dan ukuran (Fani *et al.*, 2017).

2.3 Perkembangan Telur Ikan

Perkembangan oosit terdiri atas beberapa tahapan; yaitu tahap perkembangan awal (ditandai dengan terbentuknya nukleus kromatin dan perinuklear), tahap kortikal alveoli, tahap vitelogenesis, dan tahap pematangan (pematangan awal dan pematangan akhir). Perkembangan oosit yang terjadi juga tidak harus mengikuti tahapan yang sudah ada, dapat disesuaikan dengan periode perkembangan oosit sesuai jenis ikan (Arianti *et al.*, 2017).

Perkembangan telur ikan zebra sama dengan perkembangan telur pada ikan teleostei lainnya. Seperti yang dinyatakan oleh Cakici dan Ucuncu (2007), bahwa tahap awal perkembangan oosit dinamakan sebagai "tahap oosit primer". Pada tahap awal tahap ini, oosit relatif kecil sebagian besar berbentuk bulat. Tahap kortikal-alveolar adalah tahap ke dua dari perkembangan oosit. Sementara diameter oosit meningkat, alveoli kortikal muncul pertama kali di zona perifer ooplasma dan meningkat jumlahnya menjadi deretan perifer, karena hal ini oosit dipenuhi dengan alveoli yang akibatnya semakin padat dan membesar. Tahap akhir ditandai oleh migrasi nukleus ke kutub anima, tepat di bawah

permukaan oosit. Ke tiga yang dinamakan "tahap vitellogenic", oosit lebih membesar dan mencapai ukuran maksimalnya.

2.4 Fertilisasi

Menurut Poleo *et al.* (2001), spermatozoa ikan berbeda dengan spermatozoa mamalia. Di alam, sperma ikan akan bergerak saat memasuki lingkungan luar (air tawar atau air asin), dan tergantung dari spesiesnya. Aktivasi sperma dipicu oleh perubahan tekanan osmotik atau konsentrasi ion. Terlepas dari mekanisme aktivasi sperma ikan teleostei, secara umum dalam pembuahan sperma akan masuk ke membran telur melalui lubang khusus yang dinamakan lubang mikropil.

Menurut Ochokmu *et al.* (2015), mendefinisikan kualitas telur ikan sebagai kemampuan telur untuk dibuahi dan selanjutnya berkembang menjadi embrio normal. Kualitas telur juga diartikan sebagai potensi telur untuk menetas menjadi larva yang layak. Dalam budidaya ikan, pengendalian kualitas telur diperlukan pada spesies yang baru saja diperkenalkan pada budidaya ikan untuk menghasilkan benih yang sesuai kriteria. Kualitas sperma juga dapat diartikan sebagai kemampuannya untuk berhasil membuahi sel telur dan memungkinkan pengembangan embrio normal.

2.5 Embriogenesis

Secara umum, embriogenesis adalah proses pembelahan sel dan diferensiasi sel dari embrio yang terjadi pada saat tahap-tahap awal dari perkembangan hewan dan ternak. Tepatnya, embriogenesis terjadi pada saat spermatozoa bertemu dan menyatu dengan ovum yang disebut fertilisasi. Telah diketahui bahwa, sel embriogenik tumbuh dan berkembang melalui beberapa fase. Fase awal adalah pembentukan sel zigot yang merupakan sel tunggal yang telah dibuahi. Selanjutnya berkembang sel blastomer sebagai hasil pembelahan

sel (c/eaacge). Kemudian diikuti perkembangan fase blastula, gastrula, dan neurula. Akhirnya terbentuk embrio yang merupakan hasil akhir pembentukan individu awal (Soenardirahardjo, 2017).

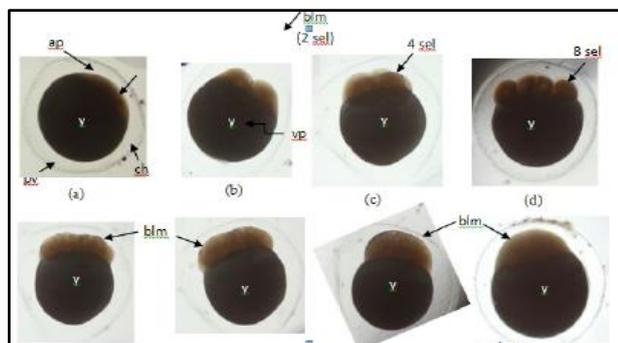
Embriogenesis terjadi ketika sperma telah berhasil membuahi telur dan terjadi proses pembelahan sel secara cepat. Menurut Kimmel *et al.* (1995), terdapat beberapa fase ketika memasuki proses embriogenesis. Fase pembelahan dimulai pada saat blastodisk telah terbentuk dan membelah menjadi dua sampai sekitar 32–64 sel. Pada fase pembelahan, blastodisk membelah sesuai bidang pembelahan dan membelah menjadi dua dengan bentuk yang sama, proses tersebut berlanjut seterusnya. Setelah fase blastula berakhir, dilanjutkan dengan fase gastrula dimana blastomer menunjukkan gerakan invaginasi dan membentuk rongga yang dinamakan gastrocoel. Pada ikan zebra (*Brachydanio rerio*), perkembangan mata ditandai dengan adanya pigmentasi pada mata yang sering disebut fase bintik mata.

2.5.1 Fase-fase Perkembangan Embrio

a. Fase Pembelahan

Proses pembelahan terjadi pada awal kehidupan suatu individu. Pembelahan terjadi setelah masuknya sperma ke dalam sel telur lalu terjadi pembuahan. Proses pembelahan ini merupakan pembelahan sel blastomer tanpa disertai dengan penambahan massa sel. Sehingga terjadi proses pembelahan sel tanpa diikuti oleh pertumbuhan sel atau ekspresi gen. Pembelahan atau cleavage atau juga disebut segmentasi, terjadi setelah pembuahan. Zigot membelah berulang kali sampai terdiri dari berpuluh sel kecil. Sel ini disebut blastomer. Pembelahan itu dapat meliputi seluruh bagian, dapat pula hanya pada sebagian kecil zigot. Pembelahan ini terjadi secara mitosis, meskipun terkadang juga diikuti pembelahan inti yang terus menerus tanpa diikuti sitoplasma (Soenardirahardjo, 2017).

Fase pembelahan dicirikan dengan sel mulai membelah. Menurut Campbell *et al.* 2004, menyatakan ketika pembelahan berjalan terus, sel-sel dekat kutub animal membelah lebih sering dibandingkan dengan sel-sel yang penuh dengan kuning telur dekat kutub vegetal. Pembelahan akan terus terjadi hingga suatu embrio yang terdiri dari 16-64 sel telah memasuki fase morula. Pembelahan secara terus-menerus menghasilkan sebuah bola sel padat yang dikenal sebagai morula, yang mengacu ke permukaan berlobus pada embrio dalam tahapan ini. Munculnya suatu rongga yang penuh cairan berarti mendakan bahwa embrio telah berada dalam tahap blastula.



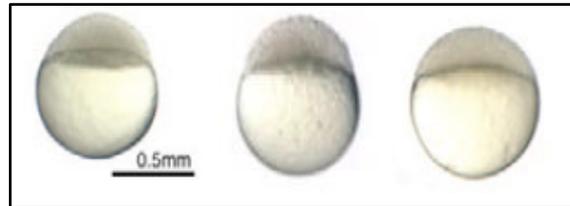
Gambar 2. Fase pembelahan (Cindelaras *et al.*, 2015).

b. Fase Blastula

Tahap blastula ditandai dengan blastomer yang semakin banyak dan mengumpul di ujungnya. Menurut Yanti (2009), fase selanjutnya adalah fase blastula yaitu terbentuknya rongga yang membedakan antara kuning telur dengan sel. Sel mulai menutupi kuning telur secara bertahap dan hanya menyisakan satu lubang kecil yang disebut sebagai blastopor namun akhirnya blastopor pun tertutup sempurna. Pada fase blastula, terjadi transisi dari fase perkembangan awal germinal ke fase perkembangan embrio (organogenesis).

Blastula dapat dibedakan dari morula, karena blastula memiliki suatu ruangan yang disebut Blastosul. Berdasarkan ada atau tidaknya blastosul, maka dapat dibedakan atas 1) Blastula berongga (suloblastula) yang terdapat pada

blastula katak dan Amphioxus, dan 2) Blastula tidak berongga (stercoblastula) yang terdapat pada blastula ikan dan Amphibia. Lapisan blastomer yang mengelilingi blastosul terdiri atas satu lapis atau lebih (Soenardirahardjo, 2017).

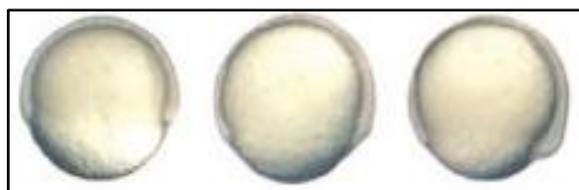


Gambar 3. Fase Blastula (Anastasaki *et al.*, 2012).

c. Fase Gastrula

Gastrula merupakan suatu kumpulan perubahan akan mentransformasikan blastula menjadi mebrion berlapis tiga yang disebut dengan gastrula. Ketiga lapisan yang dihasilkan oleh gastrulasi itu adalah jaringan embrio yang disebut ektoderm, endoderm, dan mesoderm, yang secara kolektif disebut juga lapisan germinal embrio. Ektoderm membentuk lapisan luar gastrula, endoderm melapisi saluran pencernaan embrio, dan mesoderm mengisi sebagian ruangan di antara ektoderm dan endoderm (Campbell *et al.*, 2004).

Menurut Cindelaras *et al.* (2015), menyatakan pada fase gastrula, blastomer akan mengalami pergerakan invaginasi dan membentuk rongga yang dinamakan *gastrocoel*. Blastomer kemudian berkembang dan menutupi 50% dari kuning telur yang dan akan menjadi perisai embrio (*embryo shield*). Pada akhir fase gastrula, akan nampak *epiboly* yang telah menutupi 80-90% dari kuning telur. Calon kepala akan terlihat menonjol di kutub anima, sedangkan calon ekor muncul di kutub vegetatif.



Gambar 4. Fase Gastrula (Anastasaki *et al.*, 2012).

d. Fase Neurula

Menurut Kimmel *et al.* (1988), bahwa dalam fase segmentasi juga terjadi pembentukan saraf (neurulasi). Dijelaskan oleh Lubis dan Irnidiyanti (2010), bahwa Neurulasi adalah proses pembentukan neural, yang merupakan calon otak. Proses neurulasi dimulai pada tahap akhir gastrulasi, dimana sudah terbentuk tiga lapisan germinal, yang saling berinteraksi. Formasi pembentukan calon otak dibedakan menjadi dua tahap yaitu tahap pembentukan tabung neural dan tahap diferensiasi tabung neural. Tahap pembentukan tabung neural terdiri dari dua tahapan yaitu tahapan neurulasi primer dan tahap neurulasi sekunder.

Di dalam fase neurula telah terjadi berbagai variasi gerakan morfogenetik, mulai nampak perkembangan somites, dasar-dasar organ utama menjadi terlihat, pangkal ekor menjadi lebih menonjol dan tubuh embrio memanjang, terutama di bagian ekor. Kita mungkin menyebut periode ini sebagai "periode pemanjangan ekor" karena tunas ekor muncul pada ujung kaudal dan mulai memanjang. Somites muncul berurutan di bagian belakang dan ekor. Turunan kedua dari somite adalah sklerotome, yang menyebabkan terbentuknya tulang rawan pada vertebra (Kimmel *et al.*, 1995).



Gambar 5. Fase Neurula (Huizhe *et al.*, 2007).

e. Fase Organogenesis

Embrio yang telah sampai ke dalam tahap organogenesis mulai muncul organ-organ penting seperti bagian otak. Menurut Campbell *et al.* (2004), menyatakan bahwa pada tiga lapisan germinal akan berkembang lalu menjadi

rudimen dari organ-organ selama proses organogenesis. Terjadi perubahan morfometrik berupa pelipatan, pemisahan dan pengelompokan sel-sel merupakan buktipertama pembentukan organ. Organ yang pertama-tama mulai terbentuk pada mebrrio antara lain tabung neuron dan notokord, batang skeletal yang merupakan ciri khas embrio khordata.

Pada fase awal perkembangan organogenesis, massa sel akan membentuk cincin setengah lingkaran yang akan menjadi bakal kepala dan ekor di kedua ujungnya. Bintik mata mulai terlihat pada bagian kepala sebagai bakal mata dan bakal jantung mulai berkembang bahkan sudah berdetak. Pembuluh darah kemudian mulai terbentuk. Pada saat ekor telah terbentuk sempurna maka embrio mulai bergerak di dalam telur. Pergerakan tersebut yang akan membantu embrio keluar dari telur (menetas) (Yanti, 2009).



Gambar 6. Fase Organogenesis (Anastasaki *et al.*, 2012).

2.6 Penetasan Embrio

Penetasan merupakan saat terakhir masa pengeraman sebagai hasil beberapa proses sehingga embrio keluar dari cangkangnya. Penetasan terjadi karena ada dua hal yaitu : 1. Kerja Mekanik, oleh karena embrio sering mengubah posisinya karena ruang dalam cangkangnya atau karena embrio telah lebih panjang dari lingkungannya dalam cangkang. Dengan pergerakan-pergerakan tersebut bagian cangkang telur yang lembek akan pecah sehingga embrio akan keluar dari cangkangnya. 2. Kerja Enzimatik, yaitu enzim dan unsur kimia lainnya yang dikeluarkan oleh kelenjar endodermal di daerah *pharynk* embrio. Enzim ini disebut *chorionase* yang kerjanya bersifat mereduksi chorion

yang terdiri dari pseudokeratine menjadi lembek sehingga membantu embrio untuk keluar dari cangkang telur (Setyono, 2009).

Menurut Gusrina (2014), aktifitas embrio dan pembentukan *chorionasei* dipengaruhi oleh faktor dalam dan luar. Faktor dalam antara lain hormon yang dikeluarkan hipofisa dan tyroid sebagai hormon metamorfosa. Ada juga karena kuning telur yang berhubungan dengan energi perkembangan embrio. Sedangkan faktor luar meliputi suhu, oksigen, pH, dan salinitas.

2.7 Sejarah MSG (*Mosodium Glutamate*)

Monosodium glutamate (MSG) mulai terkenal tahun 1960-an, tetapi sebenarnya memiliki sejarah panjang. Selama berabad-abad orang jepang mampu menyajikan masakan yang sangat lezat. Rahasiannya adalah penggunaan sejenis rumput laut bernama *Laminaria japonica*. Pada tahun 1908, Kikunae Ikeda, seorang profesor dari Universitas Tokyo menemukan kunci kelezatan itu pada kandungan asam glutamat. Adanya penemuan ini maka melengkapi 4 jenis rasa sebelumnya yaitu asam, manis, asin, dan pahit degn *umami* (dari akar kata *umai* yang dalam bahasa Jepang artinya lezat) (Yonata dan Isawara, 2016).

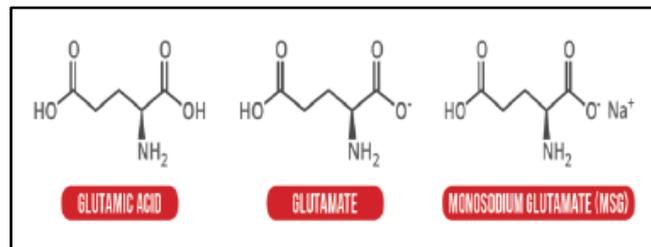
Monosodium Glutamate ditemukan pada tahun 1909 oleh Dr.Kikunae Ikeda. *Monosodium Glutamate* dihasilkan melalui isolasi logam garam asam glutamat dari rumput laut coklat (konbu) yang sering digunakan pada masakan Jepang dan pengakuan bahwa garam (mono) sodium dari asam glutamat memberi rasa yang sangat diinginkan untuk makanan. Dr.Kikunae Ikeda mengklaim bahwa *Monosodium Glutamate* akan memunculkan rasa di makanan menjadi lebih lezat, enak, dan nikmat (Halpern, 2002).

2.8 Struktur Kimia MSG

Monosodium glutamate (MSG) adalah garam natrium dari asam glutamat. *Monosodium glutamate* mengandung sekitar sepertiga natrium dari garam meja

dan digunakan dalam jumlah yang lebih kecil. Ketika monosodium glutamat digunakan dalam kombinasi dengan sejumlah kecil natrium dapat membantu untuk mengurangi total natrium dalam resep dengan 20 sampai 40% tetap menjaga rasa (Yanata dan Isawara, 2016).

Monosodium Glutamate merupakan metabolit yang penting dalam metabolisme asam amino dan sumber energi utama pada sel otot jantung. *Monosodium Glutamate* ditambahkan dalam bentuk garam monosodiummurni atau bentuk campuran komponen asam amino dan peptida yang berasal dari asam atau hidrolisa protein (Geha *et al.*, 2000).



Gambar 7. Struktur Kimia *Monosodium Glutamate* (Yanata dan Iswara, 2016)

2.9 Kerja MSG pada Sistem Saraf

Menurut Blaylock (1994), menemukan bahwa glutamat adalah salah satu neurotransmitter yang paling umum di otak. Perannya terutama sebagai zat rangsang, yang mampu menyebabkan otak dirangsang. Glutamat terlibat dalam beragam fungsi fungsi otak, hal ini karena glutamat ditemukan pada banyak area otak (seperti korteks, striatum, hippocampus, hipotalamus, talamus, serebelum, dan sistem visual dan pendengaran). Glutamat ditemukan secara normal di otak dan sumsum tulang belakang. Dan meskipun mereka adalah dua zat pemancar yang paling umum di otak dan sumsum tulang belakang, ketika konsentrasi mereka naik di atas tingkat kritis, mereka dapat menjadi racun mematikan bagi neuron yang mengandung reseptor glutamat (gembok) dan sel saraf yang terhubung dengan neuron ini.

Pada konsumsi MGS, asam glutamat bebas yang dihasilkan sebagian akan terikat di usus, dan selebihnya dilepaskan ke dalam ke darah. Selanjutnya menyebar ke seluruh tubuh termasuk akan menembus sawar darah otak dan terikat oleh reseptornya. Sayangnya, seperti disebutkan sebelumnya, asam glutamat bebas ini bersifat eksitotoksik bila berjumlah berlebihan sehingga dihipotesiskan akan bisa merusak neuron otak bila sudah melebihi kemampuan otak mempertahankannya dalam kadar rendah (Ardyanto, 2004).

2.10 Kualitas Air

Kualitas air merupakan hal penting dalam pemijahan ikan serta perkembangannya. Menurut Lawrence (2007), ikan zebra termasuk ikan *eurythermal* yang toleran terhadap kisaran suhu luas. Ikan zebra dapat hidup dari suhu 6.7-41.7° C maka dari itu ikan ini mampu bertahan pada perubahan suhu yang luas. Pada pH air, ikan zebra bisa hidup pada kisaran 7.0-8.0 dimana nilai tersebut merupakan nilai kisaran normal pH bagi ikan. Kisaran salinitas ikan zebra termasuk ikan air tawar tetapi embrionya masih bisa bertahan pada salinitas 2 ppt.

Menurut Adu dan Thomsen (2011), ikan zebra dapat dipelihara dalam skala laboratorium. Pemijahan ikan zebra bisa dilakukan dalam akuarium, suhu yang diperlukan berkisar 26°C dan dapat dibantu dengan menggunakan heater. Parameter lain seperti pH dilakukan pengecekan rutin menggunakan pH meter dengan nilai dipertahankan antara 6.8 dan 8.4. Hal lain yang penting juga adalah oksigen terlarut atau DO, dimana bisa mencapai 7.4 mg/L. Pengecekan kualitas air ini penting dalam pemijahan dan perkembangan embrio ikan zebra.