

## 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 (Lesmana, 2015)

Pada tubuh ikan ini ditutupi oleh garis-garis berwarna putih kekuningan dan hitam yang berawal dari pangkal ekor sampai operkulum. Garis horizontal ini memperlihatkan kesan langsing pada ikan jantan. Warna pada ikan jantan terlihat lebih cerah dan menarik dibandingkan dengan ikan betina. Bentuk tubuh pipih dengan perut sedikit membulat. Pada betina yang sudah matang gonad, perut akan tampak sangat membulat. Ikan zebra (*D. rerio*) tersebar dari India sampai Asia Tenggara terutama Indonesia dan menyukai daerah yang bersuhu dingin (Axelrod, 1997). Ikan ini memiliki dua pasang sungut yang mengelilingi bagian mulutnya. Sungut tersebut berfungsi sebagai alat peraba, karena ikan ini adalah ikan yang mencari makan di dasar perairan.

### **2.1.2 Habitat**

Ikan zebra merupakan ikan hias yang berasal dari Sungai Gangga yang melintasi beberapa negara. Ikan ini banyak ditemukan di anak Sungai Gangga, sepanjang daerah pesisir Coromandel, dari Calcutta sampai Masulipatam, Benggala, Nepal, Pakistan dan Bangladesh. Ukuran tubuh ikan zebra dapat mencapai 5 cm. Warna tubuhnya biru atau kuning dengan 4 garis perak sepanjang tubuhnya sampai pangkal sirip ekor (Talwar and Jhingran, 1991).

Ikan zebra dapat ditemukan pada berbagai habitat, dari perairan yang memiliki arus tenang sampai perairan yang tidak mengalir, terutama di lahan persawahan. Nilai pH untuk pertumbuhan dan reproduksi ikan zebra mempunyai kisaran ideal dari 6,5-7,5. Spesies ini menurut Westerfield (1995) dapat dengan mudah dipelihara pada akuarium berukuran 10 galon (45 liter) dengan kisaran suhu antara 25° - 31°C.

### **2.1.3 Kebiasaan Makan**

Ikan zebra bersifat omnivora serta mau memakan berbagai jenis pakan alami maupun pakan buatan. Menurut Westerfield (1995), pakan terbaik untuk induk ikan zebra adalah artemia hidup. Selain artemia, ikan zebra juga dapat diberi pakan daphnia, moina dan larva drosophila. Cacing tubifex umumnya jarang diberikan sebagai pakan ikan zebra karena berpotensi sebagai pembawa (*carrier*) penyakit. Pakan buatan dengan kandungan nutrisi yang sesuai untuk kebutuhan reproduksi ikan zebra juga dapat diberikan kepada induk ikan zebra (Meinelt *et al.*, 1999).

Menurut Lesmana (2004), ikan zebra (*D. rerio*) bersifat omnivora, akan tetapi ikan ini juga senang memakan pakan alami permukaan seperti pupuk air karena hidupnya berada dikolam air. Ikan Zebra (*D. rerio*) memakan zooplankton, serangga, larva serangga dan fitoplankton, meskipun mereka dapat memakan berbagai jenis organisme lainnya seperti, cacing dan crustacea kecil jika

sumber makanan yang mereka sukai tidak tersedia. Kebanyakan Ikan Zebra (*D. rerio*) menerima makanan lain. Dalam akuarium Ikan Zebra (*D. rerio*) akan memakan pelet dan cacing tubifex.

#### **2.1.4 Pertumbuhan**

Pertumbuhan dapat didefinisikan sebagai perubahan suatu ukuran (panjang, bobot) selama waktu tertentu. Pertumbuhan dari segi energi juga dapat diartikan sebagai perubahan jaringan somatik dan reproduksi dilihat dari kalori yang tersimpan. Definisi pertumbuhan dari segi energi berguna untuk memahami faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan ikan, yaitu asupan energi dari makanan, keluaran energi untuk metabolisme, keluaran energi untuk pertumbuhan, dan keluaran energi dalam ekskresi (Harahap, 2005). Pertumbuhan dalam individu adalah penambahan jaringan-jaringan sel akibat dari pembelahan sel secara mitosis (Effendie, 1997).

Menurut pendapat Prihadi (2007), pertumbuhan ikan dipengaruhi faktor dari luar dan dalam, faktor dari dalam meliputi sifat keturunan, ketahanan terhadap penyakit, kemampuan dalam memanfaatkan makanan, usia ikan. Sedangkan faktor dari luar meliputi sifat fisika, kimia dan biologi perairan. Faktor makanan dan suhu merupakan faktor utama yang mempengaruhi pertumbuhan. Menurut Prihadi (2007), menyatakan bahwa pertumbuhan ikan dapat terjadi jika jumlah makanan melebihi kebutuhan untuk pemeliharaan tubuhnya. Energi yang didapatkan dari makanan sebagian besar digunakan untuk proses pertumbuhan, reproduksi dan sisanya untuk aktivitas ikan setiap harinya.

## **2.2 Faktor yang Mempengaruhi Perkembangan Telur**

Menurut Kjorsvik et al. (1990), kualitas telur didefinisikan sebagai potensi telur untuk menghasilkan benih aktif. Kualitas telur tersebut dipengaruhi oleh parameter fisik berupa morfologi telur dan kondisi lingkungan, parameter genetik

berupa sifat gen yang diwarisi, parameter kimia berupa komponen kimiawi telur, serta proses awal perkembangan telur atau embriogenesis. Apabila kekurangan salah satu dari faktor-faktor esensial tersebut, maka akan terjadi kegagalan pada tahap tertentu dalam proses perkembangan telur. Awal pembentukan telur dipengaruhi oleh proses vitellogenesis dalam pembentukan bakal kuning telur sebagai cadangan makanan larva.

Menurut Campbell *et al.* (2004), meskipun bentuk embrio muncul secara perlahan-lahan seiring perkembangannya dari sebuah sel telur yang dibuahi, perkembangan suatu organisme sebagian besar ditentukan oleh genom zigot dan organisasi sitoplasma sel telur. *Messenger RNA*, protein, dan zat-zat lain yang dibuat oleh induk tersebar secara heterogen dalam sel telur yang belum dibuahi, dan zat-zat ini mempunyai pengaruh yang dalam pada perkembangan embrio di masa depan pada sebagian spesies hewan (mamalia adalah pengecualian).

### **2.3 Perkembangan Telur Ikan**

Menurut Tang dan Affandi (2001) embrio adalah makhluk yang sedang berkembang sebelum makhluk tersebut mencapai bentuk definitif seperti bentuk makhluk dewasa. Selanjutnya dikatakan bahwa perkembangan makhluk hidup dalam embriologi dibedakan dalam tiga tahap perkembangan yaitu: 1) Progenase, dimulai dari perkembangan sel kelamin sampai menjadi zigot, 2) Embriogenase, merupakan proses perkembangan zigot, pembelahan zigot, blastulasi, gastrulasi, dan neurulasi dan 3) Organogenesis merupakan proses perkembangan alat-alat tubuh seperti jantung, paru-paru, ginjal, otak dan sebagainya.

Telur fertil dan sehat akan berkembang menjadi embrio dan selanjutnya menetas menjadi larva. Jika telur ikan tersebut sehat, isinya akan tampak jernih transparan. Perkembangan telur sehat dapat dibedakan dari telur yang tidak sehat dan tidak terbuahi (unfertil). Perkembangan ini sangat dipengaruhi oleh suhu

lingkungan (Djarajah, 2008).

## **2.4 Fertilisasi**

Fertilisasi adalah proses penyatuan ovum (sel telur) dengan spermatozoa, dimana proses ini merupakan tahap awal pembentukan embrio. Fertilisasi merupakan suatu proses yang sangat penting dan merupakan titik puncak dari serangkaian proses yang terjadi sebelumnya (Puja et al., 2010). Fertilisasi juga mempunyai pengertian suatu proses penyatuan sel gamet jantan dan betina, yang akan membentuk zigot yang mengandung satu sel. Secara embriologi, fertilisasi merupakan pemasukan faktor-faktor hereditas pejantan ke ovum, dan melibatkan penggabungan sitoplasma dan bahan nukleus (Toelihere, 1985).

Pembuahan atau disebut juga dengan fertilisasi adalah proses bergabungnya inti sperma dengan inti sel telur dalam sitoplasma sehingga membentuk zigot. Pada dasarnya fertilisasi adalah penyatuan atau fusi sel gamet jantan dan sel gamet betina untuk membentuk satu sel (zigot). Dalam proses pembuahan, spermatozoa masuk ke dalam telur melalui lubang *micropyle* yang terdapat pada *chorion*. Tiap spermatozoa mempunyai kesempatan yang sama untuk membuahi satu telur. Akan tetapi karena ruang tempat terjadinya pembuahan yaitu pertemuan telur dengan spermatozoa pada ikan ovipar sangat besar, maka kesempatan spermatozoa itu untuk bertemu dengan telur sebenarnya sangat kecil (Effendie, 1997).

## **2.5 Embriogenesis**

Menurut Larger (1972), pembuahan adalah peristiwa penggabungan sel telur dan sperma sehingga terbentuklah zigot. Setelah pembuahan maka terjadilah perkembangan sel dari stadium zigot hingga stadium penetasan. Tanda-tanda telah terjadinya pembuahan yaitu terbentuknya ruang perivitelin, karena terjadinya penyerapan air setelah telur dikeluarkan dan berhubungan langsung dengan air

yang mengakibatkan telur membengkak.

Embrio yang masih sensitif dilindungi oleh lapisan *chorion*. Untuk melindungi embrio, *chorion* akan mengeras. Pengerasan *chorion* terjadi karena adanya aktivitas enzim yang terdapat pada bagian dalam lapisan *chorion*. Embriogenesis diawali dengan proses pembelahan, selanjutnya diikuti oleh perkembangan berupa proses morulasi, blastulasi, gastrulasi, organogenesis sampai proses penetasan (Murtidjo, 2011).

### **2.5.1 Fase-fase Perkembangan Embrio**

#### **a. Pembelahan Zigot (*Cleavage*)**

Menurut Sukra *et al.*, (1989) *cleavage* adalah proses poliferasi zigot menjadi morula melalui pembelahan mitosis secara berangkai yang terjadi segera setelah pembuahan, di dalam tuba falopi. Mula-mula zigot membelah menjadi dua buah sel yang disebut blastomer turunan pertama. Kemudian masing-masing blastomer tersebut membelah lagi menjadi empat blastomer turunan kedua dan seterusnya hingga terbentuk 8, 16 dan 32 blastomer turunan ketiga, keempat, dan kelima. Besarnya blastomer turunan pertama, kedua, dan berikutnya semakin mengecil karena blastomer yang baru terbentuk tersebut segera membelah diri lagi, sehingga tidak ada waktu untuk tumbuh.

Menurut Effendie (1997), pada telur *telolechital* umumnya terjadi pembelahan *meroblastic*. Sedangkan pada telur *homolechital* terjadi pembelahan *holoblastic*. Menurut Nelsen (1953) *cleavage* adalah proses pembelahan sel pada perkembangan embrio yang membuat sel tersebut semakin lama semakin mengecil atau menjadi unit-unit yang disebut blastomer.

#### **b. Stadia Morula**

Pembelahan zigot adalah rangkaian mitosis yang berlangsung berturut-turut segera setelah terjadinya pembuahan. Pembelahan zigot berlangsung cepat sehingga sel anak tidak sempat tumbuh, sehingga besar sel anak semakin lama

semakin kecil sesuai dengan tingkat pembelahan. Akibatnya pembelahan menghasilkan kelompok sel anak yang disebut morula dan sel anak disebut blastomer. Blastomer melekat satu sama lain oleh kekuatan saling melekat yang disebut tigmotaksis (Effendie, 1997).

Stadia morula merupakan pembelahan sel yang terjadi setelah sel berjumlah 32 sel dan berakhir bila sel sudah menghasilkan sejumlah blastomer yang berukuran sama akan tetapi ukurannya lebih kecil. Sel tersebut memadat untuk menjadi blastodik kecil yang membentuk dua lapisan sel. Pada fase ini ukuran sel mulai beragam. Sel membelah secara melintang dan mulai membentuk formasi lapisan kedua secara samar pada kutub anima. Stadia morula berakhir apabila pembelahan sel sudah menghasilkan blastomer (Gusrina, 2014).

### **c. Stadia Blastula**

Menurut Larger (1972) menyebutkan bahwa pembelahan pertama pada telur *telolecithal* akan membagi blastodik menjadi dua bagian yang selanjutnya masing-masing bagian akan membelah lagi menjadi 4,8,16 dan 32 sel. Pembelahan sel ini akan menghasilkan *blastoderm* yang semakin lama semakin menebal. Tahap pembelahan sel berakhir setelah terbentuknya rongga *blastocoel* yang terletak antara *blastoderm* dan jaringan *periblast* yang menempel pada kuning telur. Pada tahap ini disebut stadium blastula awal.

Menurut Effendi (1997) setelah stadia blastula awal sebagai kelanjutannya adalah stadium blastula dimana sel-selnya terus mengadakan pembelahan dengan aktif sehingga ukuran sel-selnya semakin kecil. Pada stadium blastula ini terdapat dua macam sel yaitu sel formatif dan non formatif. Sel formatif masuk ke dalam komposisi tubuh embrionik sedangkan sel non formatik sebagai *tropoblast* yang ada hubungannya dengan nutrisi embrio. Sel *blastroderm* yang kelak akan menjadi bagian depan embrio, lapisannya lebih tebal. Sel-sel bagian pinggir *blastoderm* yang dekat kuning telur juga lapisannya menjadi tebal. Pada saat

stadium blastula terdapat daerah sel yang dapat diperkirakan atau dipetakan menjadi lapisan *ectoderm (epiblast)*, *entodern (hypoblast)* dan *mesoderm (mesoblast)*.

#### **d. Stadia Gastrula**

Menurut Nelsen (1953) gastrulasi adalah proses pembelahan bakal organ yang telah terbentuk pada stadium blastula. Bagian-bagian yang terbentuk nantinya akan menjadi organ atau bagian dari organ. Stadium gastrula adalah sebagai kelanjutan dari stadium blastula. Gastrulasi adalah proses pembentukan *ectoderm, mesoderm* dan *endoderm*.

Stadia gastrula dimulai saat terjadi proses konversi satu lapisan pada blastula menjadi dua lapis. Pada proses gastrula terjadi perpindahan *ectoderm, mesoderm, endoderm* dan *notochord* menuju tempat *definitive*. *Ectoderm* adalah lapisan terluar dari gastrula disebut juga *ectoblast* atau *epiblast*, *endoderm* adalah lapisan sel-sel terdalam pada gastrula, sedangkan *mesoderm* atau *mesoblast* adalah lapisan sel lembaga yang terletak di tengah antara *ectoderm* dan *endoderm*. Gastrulasi erat kaitannya dengan pembentukan susunan syaraf (neurulasi), penjelmaan bentuk primitif dan merupakan periode kritis perkembangan (Tang dan Affandi, 2001).

#### **e. Stadia Neurula**

Neurulasi adalah proses pembentukan neurula, yang merupakan calon otak. Proses neurulasi dimulai pada tahap akhir gastrulasi, dimana sudah terbentuk tiga lapisan germinal, yang saling berinteraksi. Formasi pembentukan tabung neural terdiri dari dua tahap yaitu tahapan neurulasi primer dan neurulasi sekunder. Neurulasi primer merupakan tahap pembentukan tabung neural, dimana sel-sel di sekitar *neural plate* secara langsung akan menjadi sel *neural plate* dan sel tersebut berpriliferasi, invaginasi ke wilayah bagian dorsal, membentuk tabung berongga. Tahap neurulasi sekunder melibatkan

pembentukan *cord medulla* dan berongganya *medulla* menjadi *neural tube* mengalami konstriksi membentuk ruang-ruang otak *spinal cord*. Tabung neurall yang berbentuk lurus, akan terbagi menjadi lima wilayah otak. Kelima wilayah otak tersebut adalah telensefalon, diensefalon, metensefalon, mesensefalon dan miensefalon (Lubis dan Irnidayanti, 2010).

Menurut Hidayat (2015), terdapat beberapa tahapan perkembangan neurulasi yang sangat kompleks. Dimulai dari pembentukan lempeng neural (*neural plate*), *notochord* atau tali syaraf dorsalis embrio yang menginduksi ektoderm diatasnya sehingga sel-sel ektoderm ini menjadi panjang dan tebal dari sel-sel yang ada disekitarnya yang akhirnya akan menjadi lempeng saraf. Kemudian pembentukan lekukan atau invaginasi (*neural fold*) yang disebabkan karena adanya pertumbuhan dan perbanyakan sel ektoderm epidermis lebih cepat daripada ektoderm neural, maka lapisan *neural plate* menjadi tertekan dan mengalami lekukan bagian dalam. Karena pertumbuhan ektoderm neural dari lapisan ektoderm epidermis. Pada akhirnya terbentuk tabung neural dengan lubang yang disebut *neurocoel*. Pada proses perkembangan selanjutnya, tabung neural akan berkembang menjadi otak dan sumsum tulang belakang, saraf tepi otak dan tulang belakang.

## **2.6 Organogenesis**

Organogenesis adalah proses pembentukan organ-organ tubuh makhluk hidup yang sedang berkembang. Proses organogenesis mulai terbentuk bakal organ antara lain syaraf, *notochord*, mata somit, rongga kupffer, kantong olfaktori, rongga ginjal, usus, tulang *subnotochord*, *lines lateralis*, jantung aorta dan lipatan-lipatan sirip. Organ-organ tersebut berasal dari *ectoderm*, *endoderm*, dan *mesoderm*. Dari *endoderm* akan terbentuk saluran pencernaan dan alat-alat

pernafasan, sedangkan dari *mesoderm* akan muncul rangka otot, alat-alat peredaran darah, alat ekskresi, alat reproduksi (Effendi, 1997).

Sejalan dengan proses pembentukan embrio atau embriogenesis terjadi proses pembentukan alat tubuh embrio yang disebut organogenesis (Sukra, 1989). Menurut Effendie (1997) organ yang dibentuk dari jaringan *neural* antara lain otak, mata, bagian dalam alat pencernaan makanan dan juga sebagian dari kelenjar endokrin, *chorion* menjadi semakin keras. Hal ini menunjukkan bahwa telur itu mengadakan perlindungan untuk menjaga gangguan dari luar selama proses pembentukan organ-organ sedang berjalan. Pada waktu akan menetas kekerasan *chorion* akan menurun kembali.

## **2.7 Sejarah MSG (*Monosodium Glutamate*)**

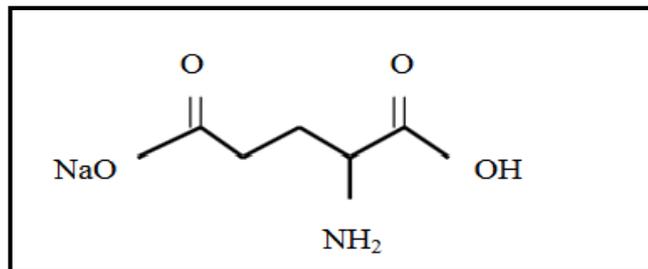
Rumput laut kering sejak abad ke-8 telah digunakan sebagai bahan dalam pemasakan sup di Jepang (Sugita, 2002). Penyelidikan kimiawi memperlihatkan bahwa ganggang laut (*Laminaria sp*) yang digunakan secara luas sebagai bumbu penyedap masakan di Jepang, merupakan substansi yang dapat mengaktifkan rasa (Sukawan, 2008). Sejak tahun 1866, Ritthausen seorang ahli kimia Jerman, berhasil mengisolasi asam glutamat, kemudian para ilmuwan lain berhasil mengubah asam tersebut menjadi garam sodium (natrium) dan lahirlah nama *Monosodium Glutamate* (Belitz dan Grosch, 2009). Menurut Winarno (2004), seorang ahli kimia Jepang, Dr. Kikunae Ikeda dari Universitas Tokyo pada tahun 1908 menemukan sifat-sifat pembangkit citarasa dari MSG, yang sejak 1200 tahun lalu telah digunakan orang-orang sebagai penyedap sup atau pembangkit cita rasa.

Komersialisasi glutamat dimulai sejak tahun 1909 dengan menggunakan isolasi dari gluten gandum. Saat ini sekitar 640.000 ton MSG diproduksi setiap tahunnya di sekitar 14 negara di seluruh dunia (Sugita, 2002). Menurut Belitz dan

Grosch (2009) pada tahun 1978 konsumsi MSG mencapai 200.000 ton di seluruh dunia. Menurut data 1989, di Indonesia terdapat 9 pabrik MSG dengan estimasi produksi 16.375 ton per tahun (Winarno, 2004).

## 2.8 Pengertian MSG (*Monosodium Glutamate*)

*Monosodium Glutamate* atau *Mononatrium Glutamate* adalah garam asam glutamat yang berperan pada rasa *umami* (gurih) (Pramadi, 2006). Menurut Basri (2005) MSG mempunyai senyawa yang mempunyai formula  $\text{HOO-CCH}(\text{NH}_2)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COONa}$  (Gambar 2.) yang dihasilkan dari hidrolisa protein nabati atau larutan dari limbah penggilingan gula tebu atau bit. Asam glutamat terdiri dari 5 atom karbon dengan 2 gugus karboksil yang pada salah satu karbonnya berkaitan dengan  $\text{NH}_2$  yang menjadi ciri asam amino (Sukawan, 2008).



**Gambar 2.** Struktur Kimia MSG (*Monosodium Glutamate*) (Sukawan, 2008)

Monosodium Glutamat (MSG) merupakan penyedap rasa pada makanan yang dihasilkan dari proses fermentasi mikroba menggunakan molase atau tetes tebu sebagai sumber karbon dan zaetin atau ammonia sebagai sumber nitrogen. Effluen dari proses ekstraksi glutamat mengandung bahan organik yang tinggi seperti asam organik, asam amino, senyawa-senyawa nitrogen, dan lain-lain. Studi karakteristik awal yang dilakukan di China menyebutkan bahwa limbah MSG yang berasal dari pabrik di China memiliki konsentrasi COD 176.000 mg/l, BOD5 86.500 mg/l, dan pH 3 (Jia *et al.*, 2007). Studi karakteristik awal limbah MSG juga

dilakukan di China dengan industri MSG yang berbeda menyebutkan, konsentrasi COD 496.000 mg/l, BOD5 162.000 mg/l dan pH 2,5 (Ji, 2013).

## **2.9 Pengaruh MSG terhadap Perkembangan Embrio**

Abdelkader et al (2012), menyatakan bahwa MSG menginduksi efek yang beracun dan teratogenik pada embrio ikan zebra. Efek dari MSG akan meningkat dengan meningkatnya juga konsentrasi MSG. Pada dosis tinggi (100 µ/ml) dapat menyebabkan gangguan endokrin dan dapat juga menyebabkan pertumbuhan skeletal yang terhambat pada embrio yang sedang tumbuh.

Konsumsi MSG berlebihan mengakibatkan kanker sebagai efek jangka panjangnya. Hal ini dikarenakan MSG dibuat dalam proses pemanasan pada suhu tinggi dan waktu yang lama, dimana dapat membentuk pirolisis yang bersifat karsinogenik. Dimana karsinogenik merupakan senyawa berbahaya yang dapat memicu penyakit kanker. MSG juga dapat menimbulkan kerusakan pada sistem syaraf karena MSG mengandung zat kimia yang bersifat *excitotoxin* yang mengakibatkan kerusakan pada sel-sel otak (Vinodini *et al.*, 2008).

## **2.10 Proses Penetasan**

Menurut Effendi (2002), telur-telur hasil pemijahan yang dibuahi selanjutnya berkembang menjadi embrio dan akhirnya menetas menjadi larva. Sedangkan telur yang tidak dibuahi akan mati dan membusuk. Lama waktu perkembangan hingga telur menetas menjadi larva tergantung pada spesies ikan.

Energi yang berasal dari kuning telur dan butiran minyak digunakan untuk keperluan perkembangan. Oleh karena itu, kuning telur terus menyusut sejalan dengan perkembangan embrio, energi yang terdapat dalam kuning telur berpindah ke organ tubuh embrio. Embrio terus berkembang dan membesar sehingga rongga telur menjadi penuh dan tidak sanggup untuk mewadahnya, maka dengan kekuatan pukulan dari dalam sirip pangkal ekor, cangkang telur pecah dan embrio

lepas dari kungkungan menjadi larva, pada saat itulah telur menetas menjadi larva (Suherman *et al.*, 2016).

### **2.11 Kualitas Air**

Beberapa faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap kehidupan dan pertumbuhan ikan adalah kadar oksigen terlarut, suhu, amoniak, pH dan alkalinitas. Suhu air mempengaruhi laju metabolisme dan pengeluaran energi pada ikan. Jika suhu air meningkat maka akan diikuti oleh peningkatan laju metabolisme sehingga pertumbuhan juga meningkat. Ikan zebra dapat tumbuh baik pada kisaran suhu 18°-28° C (Hammilton, 2004).

Power of hidrogen (pH) didefinisikan sebagai logaritma negatif dari aktivitas ion hydrogen,  $\text{pH} = -\log (\text{H}^+)$ . Nilai pH dipengaruhi oleh suhu, dimana dengan meningkatnya suhu maka pH semakin menurun (Boyd, 1990). Nilai pH mempengaruhi daya racun bahan atau faktor kimia lain misalnya ammonia yang meningkat seiring dengan meningkatnya nilai pH dan H<sub>2</sub>S menurun seiring meningkatnya pH. Nilai pH yang baik menunjang kehidupan ikan zebra berkisar antara 6,5-7 (Sakurai *et al.*, 1992).