

2. TINJAUAN PUSTAKA

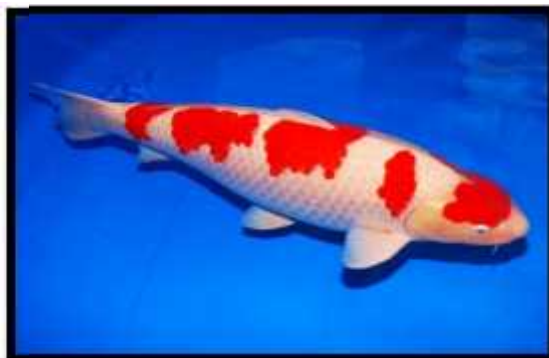
2.1 Biologi Ikan Koi

Ikan koi merupakan jenis ikan air tawar yang memiliki ukuran tubuh yang besar dan warna yang bervariasi. Ikan koi termasuk jenis ikan yang bersifat omnivora (pemakan segala makanan) dan sangat rentang terhadap perubahan lingkungan. Ikan koi dapat dipelihara hampir di semua tempat, gerak gerik ikan tampak simpatik dan memiliki warna yang menarik (Effendi, 1993).

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi

Menurut Saanin (1984), klasifikasi ikan koi yaitu sebagai berikut:

Filum	: Cordata
Sub-Filum	: Vertebrata
Kelas	: Osteichthyes
Sub kelas	: Actinopterygii
Super Ordo	: Teleostei
Ordo	: Cypriniformes
Family	: Cyprinidae
Genus	: <i>Cyprinus</i>
Spesies	: <i>Cyprinus carpio</i>



Gambar 1. Ikan Koi Kohaku Maruten (*Cyprinus carpio*)
(Sumber: Effendi, 1993).

Menurut Susanto (2001) bahwa ikan koi (*Cyprinus carpio*) memiliki tubuh berbentuk seperti torpedo dengan alat gerak berupa sirip. Terdapat beberapa jenis sirip pada Ikan koi (*Cyprinus carpio*) yaitu: sirip punggung, sepasang sirip dada, sepasang sirip perut, sirip anus, dan sirip ekor. Sirip pada koi tersusun atas jari-jari keras, jari-jari lunak, dan selaput sirip yang berfungsi sebagai alat gerak. Sirip punggung memiliki 3 jari-jari keras dan 20 jari-jari lunak. Sirip perut hanya memiliki jari-jari lunak sebanyak 9 buah. Sirip anus memiliki 3 jari-jari keras dan 5 jari-jari lunak. Pada sisi badan dari pertengahan batang sampai batang ekor terdapat gurat sisi yang berguna sebagai penerima getaran suara.

Menurut David (2008), ikan koi (*Cyprinus carpio*) memiliki mata yang berada di satu sisi kepala yang berfungsi untuk melihat dengan jelas ke segala arah. Ikan koi memiliki sepasang hidung yang masing – masing mempunyai lubang dan berfungsi sebagai indra penciuman. Pada bagian dalam telinga ikan koi dapat mendeteksi getaran dari gelembung renang yang yang disebabkan oleh gelombang suara pada air yang kemudian memberikan sinyal ke otak melalui saraf pendengaran. Sedangkan insang yang dimiliki ikan koi mampu menggantikan CO² dalam darah, menjaga keseimbangan osmosis dan dapat mengeluarkan zat sisa beracun pada tubuh ikan koi (*Cyprinus carpio*).

Keanekaragaman warna pada ikan koi berasal dari proses persilangan yang dapat menghasilkan ikan koi memiliki dua warna, tiga warna, bahkan lima warna pada tubuhnya. Tetapi pada awalnya ikan koi hanya memiliki warna tunggal yaitu hitam (karasugoi dan sumigoi), merah (benigoi, higo, akagoi), putih (shiomuji), keemasan (kingoi), dan putih keperakan (gingoi). Ikan ini dapat dipelihara hampir di semua tempat dan gerak gerik ikan ini tampak simpatik (Effendi, 1993).

2.1.2 Kebiasaan Makan

Menurut Effendi (1993) ikan koi (*Cyprinus carpio*) memiliki kebiasaan makan yang bersifat omnivora (pemakan segala), segala makanan yang berasal dari tumbuhan terutama jenis fitoplankton dan beberapa jenis zooplankton. Berdasarkan Widiana *et al.* (2013), komunitas fitoplankton memiliki peran penting dalam perairan karena hampir seluruh organisme perairan tergantung pada plankton sebagai sumber makanannya, baik dalam siklus hidupnya.

Sedangkan jenis pakan yang digemari ikan koi yaitu jenis dari zooplankton seperti *Daphnia* sp yang sesuai untuk pemeliharaan larva ikan koi (*Cyprinus carpio*). Hal tersebut karena daphnia memiliki kandungan nutrisi penting, sesuai dengan bukaan mulut dan bergerak aktif sehingga dapat menarik perhatian ikan koi. Pakan yang diberikan pada ikan koi akan mempengaruhi pertumbuhan dan warna pada tubuhnya (Herawati dan Agus, 2013).

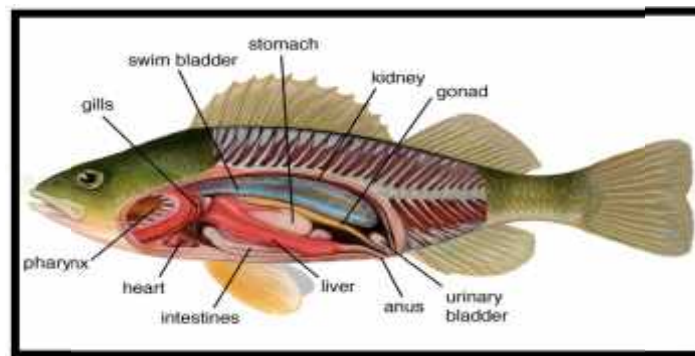
2.1.3 Sistem Pencernaan

Sistem pencernaan merupakan suatu sistem yang terdiri dari saluran pencernaan yang dilengkapi dengan beberapa organ yang bertanggung jawab atas pengambilan, penerimaan, pencernaan dan absorpsi nutrient mulai dari mulut sampai anus. Sistem pencernaan bertanggung jawab juga terhadap proses pengeluaran bahan-bahan pakan yang tidak dapat dicerna. Makanan yang disantap oleh ikan koi akan masuk melalui kerongkongan menuju usus. Nutrisi makanan akan diserap tubuh sedangkan sisanya dikeluarkan melalui anus berupa feses (Soebarinoto *et al.*, 1991 dalam Yulaelawati, 2011)

Menurut David (2008), gigi penghacur pada ikan koi terletak di ujung sebelah dalam kerongkongan yang berfungsi menghancurkan makanan yang selanjutnya akan masuk ke usus. Ikan koi tidak memiliki lambung sejati, sehingga makanan akan langsung masuk melalui usus dan kemudian dicerna

oleh enzim yang selanjutnya nutrisi diserap tubuh. Ikan koi memiliki usus yang panjangnya sekitar 5 kali panjang tubuh koi. Sisa makanan yang tidak dapat dicerna oleh tubuh akan dibawa menuju anus.

Menurut Putriet *al.* (2016), bahwa organ penting yang berperan dalam saluran pencernaan adalah usus karena sangat berkaitan dengan aktivitas enzim pencernaan di dalam tubuh ikan koi. Enzim-enzim pencernaan memiliki peranan penting dalam proses pencernaan nutrisi pakan. Ketersediaan enzim pencernaan akan memengaruhi efektivitas enzim dalam mencerna pakan yang diberikan, dan selanjutnya berpengaruh pada pertumbuhan.



Gambar 2. Sistem Pencernaan Ikan
(Sumber: David, 2008).

2.2 Kecernaan Pakan

Menurut Megawati *et al.* (2012), menyatakan bahwa kecernaan atau daya cerna (digestibility) merupakan suatu kemampuan bahan cerna yang mengandung nutrient yang tidak diekskresikan dalam feses atau kemampuan suatu organisme untuk mencerna suatu bahan pakan. Biasanya dinyatakan dalam dasar bahan kering dan apabila dinyatakan dalam presentase disebut "koefisien cerna". Daya cerna pakan berhubungan dengan komposisi kimiawi, serat kasar dan kandungan nutrient yang terkandung di dalam pakan. Menurut Yanti *et al.* (2013), bahwa pakan yang mengandung serat kasar tinggi dapat

mengurangi bobot badan ikan, dan memberikan rasa kenyang karena komposisi karbohidrat kompleks yang dapat mengurangi nafsu makan sehingga mengakibatkan turunnya konsumsi pakan dan menurunkan pertumbuhan ikan. Zat-zat nutrisi yang dibutuhkan adalah protein, lemak, karbohidrat, vitamin, mineral (Mudjiman, 2000). Daya cerna juga dapat digunakan sebagai salah satu indikator penentu kualitas pakan yang diberikan.

Menurut Halimatusadiah (2009), bahwa kemampuan cerna terhadap suatu jenis pakan tergantung pada kuantitas dan kualitas pakan, jenis bahan pakan, kandungan gizi pakan, jenis serta aktivitas enzim-enzim pencernaan pada sistem pencernaan ikan, ukuran dan umur ikan serta sifat fisik dan kimia perairan. Kecernaan total mengindikasikan total kecernaan nutrisi sebagai sumber energi (protein, lemak, karbohidrat). Menurut Wootton *et al.* (1980), Ikan yang berbobot lebih kecil akan mengosongkan sejumlah pakan (% bobot tubuh per jam) dari dalam lambungnya lebih cepat dibanding ikan yang berbobot lebih besar, sehingga jumlah konsumsi pakan relatif (% bobot tubuh/hari) semakin kecil. Akan tetapi semakin besar ukuran ikan, kecernaan komponen serat semakin baik.

Menurut Nisrinah *et al.* (2013), kecernaan dapat menggambarkan kualitas protein dari pakan yang diberikan. Semakin baik kualitas protein pada pakan maka semakin banyak protein yang dicerna dan menghasilkan energi yang dapat digunakan untuk mendukung kehidupan ikan. Energi yang diperoleh dari protein akan digunakan untuk pertumbuhan dan perbaikan jaringan. Apabila suatu protein tidak dapat dicerna maka protein tersebut tidak memiliki nilai nutrisi untuk mendukung pertumbuhan ikan.

2.3 Protein

Protein merupakan molekul kompleks yang terdiri dari asam amino esensial dan non esensial. Protein adalah nutrisi yang sangat dibutuhkan

untuk pemeliharaan jaringan tubuh pada ikan apabila terjadi kerusakan, pemeliharaan protein tubuh, penambahan protein tubuh untuk pertumbuhan, materi untuk pembentukan enzim dan beberapa jenis hormon dan juga sebagai sumber energy. Analisaelementer protein menghasilkan unsur-unsur C, H, N dan O dan sering juga S. Disamping itu beberapa protein juga mengandung unsur-unsur lain, terutama P, Fe, Zn dan Cu (Muhlisoh *et al.*, 2015). Menurut Nisrinah *et al.* (2013), bahwa senyawa protein yang terdapat pada pakan akan diserap oleh ikan dalam bentuk sumber energi yang digunakan untuk memperbaiki jaringan dan pertumbuhan. Kandungan senyawa protein sangat dibutuhkan oleh tubuh ikan karena senyawa asam amino pada protein berfungsi untuk membentuk protein baru (selama pertumbuhan dan reproduksi) atau mengganti protein yang rusak (pemeliharaan).

Menurut Santosa dan Agusmansyah (2011), protein sangat penting bagi tubuh ikan karena hampir 65-75% berat kering tubuh ikan merupakan protein. Menurut Sari (2011), molekul protein memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

- Berat molekulnya besar, hingga mencapai ribuan bahkan jutaan sehingga merupakan suatu makromolekul.
- Umumnya terdiri dari 20 macam asam amino, asam amino tersebut berikatan secara kovalen satu dengan yang lainnya dalam variasi urutan yang bermacam-macam membentuk suatu rantai polipeptida.
- Ada ikatan kimia lainnya. Ikatan kimia lainnya mengakibatkan terbentuknya lengkungan-lengkungan rantai polipeptida menjadi struktur tiga dimensi protein, sebagai contohnya yaitu ikatan hidrogen dan ikatan ion.

- Struktur tidak stabil terhadap beberapa faktor, antara lain, pH, radiasi, temperatur, dan pelarut organik.

Menurut Pratiwi (2013), protein yang diserap oleh ikan akan digunakan sebagai sumber energi untuk memperbaiki jaringan dan pertumbuhan. Energi diperoleh dari perombakan ikatan kimia melalui proses reaksi oksidasi terhadap protein. Selama berlangsungnya proses metabolisme komponen senyawa kompleks akan dirombak menjadi senyawa yang lebih sederhana yaitu asam amino, sehingga dapat diserap oleh tubuh untuk digunakan atau disimpan. Sehingga asam amino selalu digunakan untuk membentuk protein baru (selama pertumbuhan dan reproduksi) atau mengganti protein yang rusak (pemeliharaan). Energi sangat diperlukan ikan dalam proses metabolisme, aktifitas fisik (berenang dan reproduksi), mencerna suatu makanan, eksersi, pertumbuhan dan osmoregulasi. Energi yang dibutuhkan berasal dari pakan yang dikonsumsi ikan. Apabila terdapat kelebihan energi, maka kelebihan tersebut digunakan untuk pertumbuhan. (Masniar *et al.*, 2016).

2.4 Pakan Alami

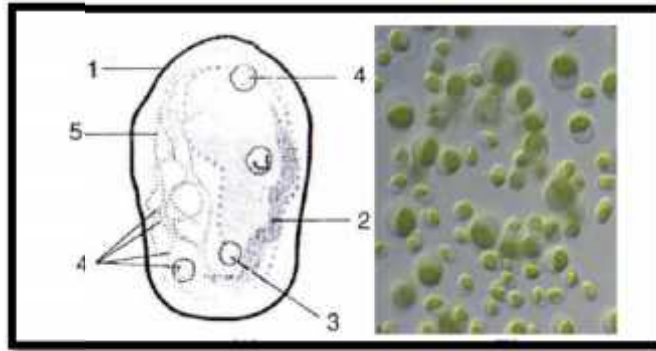
Menurut Arief *et al.* (2009), pakan alami merupakan pakan yang berasal dari makhluk hidup yang mencakup fitoplankton, zooplankton, dan bentos yang telah tersedia secara alami di alam, baik dengan atau tanpa bantuan manusia. Pakan alami memegang peranan penting dalam mendukung pertumbuhan ikan terutama ikan pada masa larva yang sangat rentan terhadap pakan yang diberikan. Pakan alami dianggap sesuai dengan bukaan mulut larva ikan yang masih berukuran kecil, sehingga pakan alami dapat mendukung kelangsungan hidup ikan pada masa larva. Pakan alami mempunyai keunggulan dibandingkan pakan buatan, karena mengandung nilai gizi yang tinggi, mudah diperoleh, mudah diolah, mudah dicerna, harga relatif murah dan tidak mengandung racun.

Menurut Lingga (1989) dalam Shafrudin *et al.* (2006), pakan alami adalah makanan yang keberadaannya tersedia di alam. Sifat pakan alami yang mudah dicerna digunakan sebagai pakan benih ikan karena benih ikan memiliki alat pencernaan yang belum sempurna, sehingga pakan alami dapat mengatasi kematian yang tinggi. Keunggulan dari pakan alami sebagai pakan benih ikan yaitu memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi, mudah dicerna, gerakan pakan menarik perhatian ikan. Ukuran diameter pakan yang relatif kecil membuat benih ikan mudah memakannya, dan juga tidak mencemari media pemeliharaan dibandingkan dengan pakan buatan. Selain keunggulan pakan alami, terdapat beberapa kerugian yaitu bersifat musiman dan dapat membawa hama dan penyakit.

2.4.1 Chlorella sp.

Chlorella merupakan organisme yang berperan sebagai produsen dalam rantai makanan makhluk hidup. Berdasarkan habitatnya, chlorella terdiri dari chlorella yang hidup di air tawar dan chlorella yang hidup di air laut. Chlorella memiliki sel yang berbentuk bulat dengan ukuran 5 – 10 mikrometer, bersel tunggal (uniseluler), dan bergerombol 4-16 individu. Chlorella mengandung protein 41.12%, lemak 9.2% (Janiariska, 2009). Pandey dan Triverdi (1977) mengklasifikasikan Chlorella sebagai berikut :

Divisi : Chlorophyta
Kelas : Chlorophyceae
Ordo : Chlorococcales
Familia : Oocystaceae
Genus : *Chlorella*
Spesies : *Chlorella* sp.



Gambar 3. Struktur *Chorella* sp. (1) Dinding sel (2) Kloroplast (3) Inti (4) Inklusi (5) Sioplasma.
(Sumber: Wahyuni, 2016)

Menurut Harnadiemas (2012), bahwa *Chlorella* sp. mengandung pigmen klorofil yang tinggi, sehingga sel pada *Chorella* sp. berwarna hijau. Pada bagian dinding selnya cenderung keras karena terdiri dari selulosa dan pectin. Selain itu, *Chorella* sp. mempunyai protoplasma yang berbentuk cawan dan cenderung bergerak sangat lambat sehingga saat pengamatan seakan-akan tidak bergerak. *Chorella* dapat tumbuh pada salinitas 0–35 ppt dengan salinitas optimum 10–20 ppt dan suhu optimum sebesar 25°C. Tetapi *Chlorella* memiliki toleransi pada suhu 35–40°C dan bertahan sampai 42°C. Sedangkan kisaran pH yang baik untuk pertumbuhan plankton adalah 7.5 – 8.5 dan dengan menggunakan urea sebagai medianya, maka pHnya adalah 6.5. *Chlorella* bereproduksi secara aseksual dengan pembelahan sel, dan pemisahan autospora dari sel induknya (Lewaru, 2007).

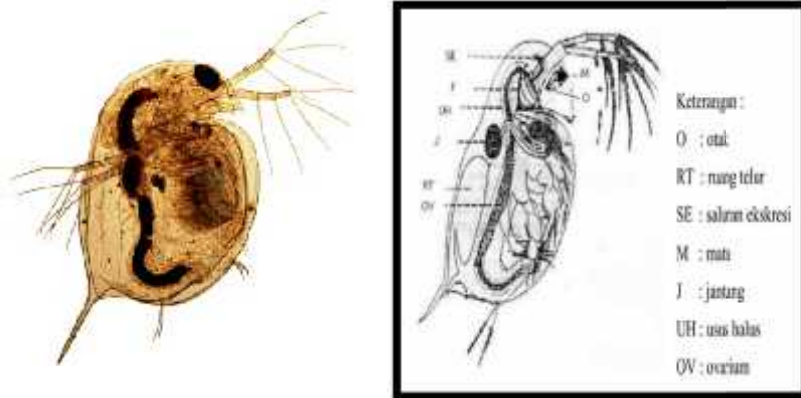
2.4.2 *Daphnia magna*

Daphnia magna adalah krustasea berukuran kecil yang hidup di perairan tawar dan sering disebut sebagai kutu air. *Daphnia magna* mempunyai ukuran yang kecil berkisar antara 0.2-5 mm yang digunakan sebagai pakan larva ikan yang bersifat karnivora atau omnivora. *Daphnia magna* mampu melakukan reproduksi secara aseksual dan berkembangbiak dengan cepat dalam waktu

yang relatif singkat. Kemampuan reproduksi *Daphnia magna* terjadi pada saat umur antara 4-6 hari dan mengalami kematian pada umur 12 hari (Pangkey, 2009). *Daphnia magna* mengandung beberapa nutrisi yang terkandung dalam *Daphnia* adalah protein 42.82%, karbohidrat 47.31%, lemak 4.5%, mineral 2.74% dan vitamin 2.63% (Fauzan, 2004).

Menurut Pangkey (2009), klasifikasi *Daphnia magna* sebagai berikut:

Kingdom : Animalia
Filum : Arthropoda
Subfilum : Crustacea
Kelas : Branchiopoda
Ordo : Cladocera
Famili : Daphniidae
Genus : *Daphnia*
Spesis : *Daphnia magna*



Gambar 4. Morfologi *Daphnia magna*
(Sumber: Pangkey, 2009)

Menurut Zahidah *et al.* (2012), *Daphnia magna* mempunyai lima pasang alat tambahan yang mendukung kehidupannya, yaitu antenna yang berfungsi sebagai alat gerak. Zooplankton ini memiliki beberapa keunggulan antara lain :

ukurannya sesuai dengan bukaan mulut benih ikan, mudah dicerna oleh benih ikan sebab mengandung enzim pencernaan, nilai nutrisinya tinggi, kandungan asam amino esensial dan asam lemak esensial. Selain itu pemberian *Daphnia magna* tidak menyebabkan penurunan kualitas air.

2.4.3 Tubifex sp.

Tubifex sp. atau yang sering disebut cacing sutra adalah jenis oligochaeta yang tumbuh di perairan tawar yang airnya jernih dan mengalir, terutama yang dangkal dan umumnya membuat lubang di dalam lumpur. Jenis pakan alami *Tubifex* sp. biasa diberikan untuk ikan hias dan ikan muda (juvenil) atau larva ikan yang berumur 17 hari ke atas (Agustinus, 2016). Menurut Arief *et al.* (2009), bahwa cacing tubifex memiliki kandungan protein sebanyak 48.53%, lemak sebanyak 22.38%, serat kasar sebanyak 1.3% dan 2.04% karbohidrat memiliki energi akhir sebesar 706.74% kcal/g.

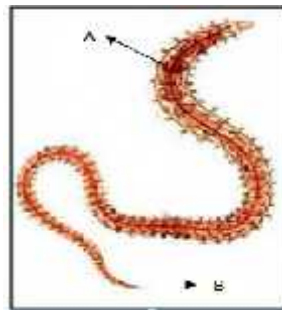
Berdasarkan nilai kandungan nutrisi pada organisme *tubifex* sp. maka sangat sesuai untuk mendukung pertumbuhan ikan, pembentukan jaringan organ tubuh dan perbaikan sel benih ikan muda (juvelin). Cacing tubifex juga mempunyai kelebihan lain yaitu mudah ditangkap oleh ikan. Klasifikasi Cacing rambut (*Tubifex* sp.), sebagai berikut :

Phylum : Annelida
Kelas : Oligochaeta
Ordo : Haplotaxida
Familia : Tubificidae
Genus : *Tubifex*
Spesies : *Tubifex* sp.



Gambar 5 *Tubifex* sp.
(Sumber: Agustinus, 2016)

Menurut Pardiansyah *et al.*(2014), organisme *tubifex*sp. dapat ditemukan pada daerah yang memiliki bahan organik dan perairan dengan polusi tinggi, karena pada umumnya cacing sutra dapat beradaptasi pada oksigen rendah dan suhu berkisar 18-20°C. Habitat cacing sutra yaitu perairan dengan kondisi kedalaman rendah, sedimen liat berpasir atau liatberlumpur dan kecepatan arus rendah. Biasanya cacing sutra memiliki bobot berkisar antara 0.1 – 0.5 mg dengan panjang 0 - 4 cm.



Gambar 6. Struktur *Tubifex* sp. (A) Parapodia (B) Anus
(Sumber: Assanthi, 2014).

2.5 Pertumbuhan

Pertumbuhan dapat dirumuskan sebagai pertambahan ukuran panjang atau berat dalam suatu waktu, sedangkan pertumbuhan bagi populasi diartikan dengan adanya pertambahan jumlah individu dalam suatu kelompok (Effendie, 1997 dalam Sugianto *et al.*, 2005). Menurut Santoso dan Agusmansyah (2011), bahwa pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal.

Faktor internal umumnya adalah faktor yang sulit dikontrol, diantaranya faktor keturunan (genetik), jenis kelamin, dan umur. Faktor eksternal utama yang mempengaruhi pertumbuhan adalah ketersediaan pakan dan kondisi lingkungan perairan. Faktor fisika dan kimia perairan yang berdampak fatal bagi pertumbuhan ikan apabila tidak sesuai dengan kebutuhannya adalah oksigen terlarut, karbondioksida, pH, amoniak, dan suhu, dimana pada akhirnya akan mempengaruhi pertumbuhan dan sintasan.

Menurut Agus *et al.* (2010), bahwa beberapa faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan ikan yaitu jumlah dan ukuran pakan, jumlah ikan yang menggunakan sumber pakan yang tersedia, faktor kualitas air, umur dan ukuran ikan serta kematangan gonad. Selain itu pemberian pakan yang mengandung nutrisi tinggi dan sesuai dapat mempengaruhi peningkatan pertumbuhan pada ikan. Jenis pakan yang mengandung nutrisi tinggi dan sesuai dengan kebutuhan ikan akan menghasilkan pertumbuhan yang tinggi pula, demikian pula sebaliknya. Berdasarkan pernyataan Nisrinah *et al.* (2010), bahwa tingkat pengambilan pakan akan mempengaruhi pasokan energi yang terdapat pada tubuh hewan. Semakin banyak tingkat pengambilan pakan maka semakin tinggi proporsi jatuhnya ke daerah pertumbuhan. Kandungan energi yang diperoleh tidak semua untuk pertumbuhan dan reproduksi. Energi yang hilang karena pakan dicerna dan metabolisme. Pada saat pakan mengalami proses pencernaan, sebagian akan energi hilang dalam feses, urin dan ekskresi melalui insang. Energi juga hilang sebagai proses panas. Kemudian sisa energi akan digunakan untuk pemeliharaan, pertumbuhan, dan reproduksi.

2.6 Kelangsungan Hidup atau Survival Rate (SR)

Menurut Putri *et al.* (2017), bahwa Survival Rate (SR) atau kelangsungan hidup adalah jumlah individu yang dapat bertahan hidup selama

pemeliharaan. Kelangsungan hidup ikan dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Faktor internal yang mempengaruhi yaitu resistensi terhadap penyakit, pakan dan umur. Faktor eksternal yang mempengaruhi antara lain yaitu padat tebar, penyakit serta kualitas air (sifat fisika dan sifat kimia) dari suatu lingkungan perairan.

Menurut Hidayat *et al.* (2013), bahwa suatu organisme mempunyai daya kelangsungan hidup yang baik dapat diukur dari ketahanan suatu organisme terhadap penyakit. Pada saat ikan mengalami stress akan terjadi gangguan mekanisme homeostatik, sehingga memudahkan terjadinya suatu penyakit. Selain penyakit, rendahnya kelangsungan hidup dipengaruhi nutrisi pakan yang tidak sesuai. Tingkat kelangsungan hidup atau *Survival Rate* (SR) dapat diukur dengan menggunakan rumus menurut Lucas *et al.* (2015), adalah sebagai berikut :

$$S = \frac{N}{N} \times 100\%$$

Keterangan :

SR: Tingkat kelangsungan hidup (%)

Nt: Jumlah total ikan hidup sampai akhir penelitian

No : Jumlah total ikan pada awal penelitian

2.7 Kualitas Air

Menurut Effendi (2003), kualitas air adalah sifat air dan kandungan makhluk hidup, zat energi, atau komponen lain yang ada di dalam air. Kualitas air dinyatakan dengan beberapa parameter fisika-kimia, yaitu suhu, pH, oksigen terlarut dan amonia. Menurut Putri *et al.* (2017), Air yang berfungsi sebagai media hidup ikan harus sesuai berdasarkan beberapa parameter baik fisika dan kimia. Kualitas air dapat memberikan pengaruh besar terhadap pertumbuhan ikan

2.7.1 Suhu

Suhu merupakan derajat panas dingin di suatu perairan. Keadaan suhu ekosistem air dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti intensitas cahaya matahari, pertukaran panas antara air dengan udara sekelilingnya, ketinggian geografis (Barus, 2010). Menurut Jaya *et al.* (2013), kisaran suhu yang diperlukan untuk ikan-ikan budidaya daerah tropis berkisar antara 27⁰C-32⁰C. Suhu sangat berperan penting dalam mengatur aktifitas metabolisme, pernafasan, reproduksi, pertumbuhan, nafsu makan, dan mempengaruhi proses pencernaan makanan pada ikan. Pengukuran suhu di perairan dapat dilakukan dengan menggunakan thermometer Hg.

Menurut Bangsa *et al.* (2015), pada saat terjadi penurunan suhu lingkungan secara mendadak akan terjadi penurunan kadar eritrosit pada ikan sehingga proses respirasi (pernafasan atau pengambilan oksigen) terganggu. Sebaliknya, pada suhu yang meningkat tinggi akan menyebabkan ikan bergerak aktif, tidak mau berhenti makan, dan metabolisme cepat meningkat sehingga kotoran menjadi lebih banyak. Kotoran yang banyak akan menyebabkan kualitas air disekitarnya menjadi buruk. Sementara pada saat terjadi peningkatan kebutuhan akan oksigen dapat menyebabkan penurunan ketersediaan oksigen di dalam air. Akibatnya ikan menjadi stres dan terganggu keseimbangannya. Sehingga suhu dapat dijadikan sebagai faktor pembatas bagi kehidupan ikan dan aktivitas lainnya seperti migrasi, pemijahan, perkembangan embrio dan kecepatan berenang.

2.7.2 DO (Disolved Oxygen)

Menurut Apridayanti (2008), menyatakan bahwa oksigen adalah salah satu faktor penting bagi kehidupan makro dan mikro organisme dalam suatu perairan karena sangat diperlukan untuk proses pernafasan. Sumber oksigen terlarut di

perairan dapat berasal dari difusi oksigen yang terdapat di atmosfer (sekitar 35%) dan aktivitas fotosintesis oleh tumbuhan air dan fitoplankton. Fluktuasi harian oksigen dapat mempengaruhi parameter kimia yang lain, terutama pada saat kondisi tanpa oksigen yang dapat mengakibatkan perubahan sifat kelarutan beberapa unsur kimia di perairan. Mustaruddin *et al.* (2011) menambahkan bahwa DO yang ideal berkisar antara 5-8 ppm, kandungan DO yang tinggi juga dapat mendukung pertumbuhan ikan di daerah penangkapan. Kebutuhan oksigen pada suatu organisme perairan bergantung pada ketahanan organisme, derajat keaktifannya, kehadiran bahan pencemar, dan fluktuasi suhu. Kadar oksigen terlarut pada suatu perairan dapat mengalami penurunan dengan bertambahnya kedalaman suatu perairan. Menurut Simanjuntak (2012), bahwa kadar oksigen terlarut di perairan dapat diukur dengan menggunakan metode titrasi Winkler dan DO meter.

Menurut Mas'ud (2014), oksigen terlarut merupakan faktor terpenting dalam kelangsungan hidup ikan, sebab sistem pernapasan ikan akan terganggu bila oksigen kurang dalam perairan. Oksigen terlarut merupakan indikator kesuburan suatu perairan. Kadar oksigen terlarut semakin menurun seiring dengan semakin meningkatnya limbah organik di perairan tersebut. Hal ini disebabkan pemanfaatan oksigen oleh bakteri untuk menguraikan zat organik menjadi zat anorganik semakin banyak. Oksigen terlarut dalam air berasal dari difusi udara dan hasil fotosintesis organisme berklorofil yang hidup dalam suatu perairan dan dibutuhkan oleh organisme untuk mengoksidasi zat hara yang masuk ke dalam tubuhnya. Menurut Affan (2010), pada kadar oksigen terlarut bernilai 4-5 ppm akan menyebabkan pertumbuhan jenis ikan tertentu kurang baik dan nafsu makan akan berkurang sedangkan pada kadar 3-4 ppm dalam jangka waktu relative lama, ikan akan berhenti makan dan pertumbuhan terhenti. Konsentrasi oksigen terlarut yang baik untuk hidup ikan adalah 5 ppm.

Menurut Tatangindatu *et al.* (2013), penurunan kadar oksigen terlarut akan berdampak pada menurunnya kegiatan fisiologis makhluk hidup dalam air seperti, penurunan pada nafsu makan, pertumbuhan dan kecepatan berenang ikan. Jika oksigen terlarut tidak seimbang akan menyebabkan stress pada ikan karena otak tidak mendapat suplai oksigen yang cukup, serta kematian akibat kekurangan oksigen (anoxia) yang disebabkan jaringan tubuh ikan tidak dapat mengikat oksigen yang terlarut dalam darah. Sehingga, oksigen terlarut dalam suatu perairan merupakan faktor pembatas bagi organisme akuatik dalam melakukan aktifitas. Pada siang hari, oksigen dihasilkan melalui proses fotosintesa sedangkan pada malam hari, oksigen yang terbentuk akan digunakan kembali oleh alga untuk proses metabolisme pada saat tidak ada cahaya. Kadar oksigen maksimum terjadi pada sore hari dan minimum menjelang pagi hari. Tinggi rendahnya nilai oksigen terlarut juga dapat dipengaruhi oleh pergerakan air pada suatu perairan.

2.7.3 pH

Menurut Agustiniingsih (2012), derajat keasaman atau pH merupakan suatu indeks kadar ion hidrogen (H^+) yang mencirikan keseimbangan asam dan basa. Nilai pH juga merupakan suatu faktor yang mempengaruhi produktifitas perairan. Biasanya angka pH dalam suatu perairan dapat dijadikan indikator dari adanya keseimbangan unsur-unsur kimia dan dapat mempengaruhi ketersediaan unsur-unsur kimia dan unsur-unsur hara yang sangat bermanfaat bagi kehidupan organisme. Perairan dengan nilai $pH = 7$ adalah netral, $pH < 7$ dikatakan kondisi perairan bersifat asam, sedangkan $pH > 7$ dikatakan kondisi perairan bersifat basa. Effendi (2003) menambahkan bahwa, dengan adanya karbonat, bikarbonat dan hidroksida akan menaikkan kebasaan air, sementara adanya asam-asam mineral bebas dan asam karbonat menaikkan keasaman suatu

perairan. Perubahan pH sedikit saja dari pH alami akan memberikan petunjuk terganggunya sistem penyangga. Hal ini dapat menimbulkan perubahan dan ketidak seimbangan kadar CO₂ yang dapat membahayakan kehidupan biota.

Menurut Sukmiwati *et al.* (2012), derajat keasaman merupakan parameter kimia yang digunakan untuk mengetahui kualitas perairan berdasarkan kondisi asam dan basa yang berhubungan dengan kehidupan organisme perairan. Kualitas perairan dianggap baik apabila bersifat basa dengan pH > 7. Sedangkan nilai pH itu sendiri juga dipengaruhi oleh aktivitas biologi, fotosintesis, suhu, kandungan oksigen. Selain itu pH juga merupakan suatu satuan ukur yang menggambarkan derajat tingkat kadar keasaman atau kadar alkali dari suatu larutan. Unit pH diukur pada skala 0 sampai 14. pH. Berdasarkan Riyadi *et al.* (2005), nilai pH dapat menunjukkan kualitas perairan sebagai lingkungan hidup, kondisi air yang basa dapat mendorong proses pembongkaran bahan organik yang ada dalam air menjadi mineral mineral yang dapat diasimilasi oleh tumbuhan dan fitoplankton. Perairan yang produktif dan ideal bagi kehidupan biota adalah yang pH airnya berkisar antara 6,6–8,5. Pengukuran pH dapat dilakukan dengan menggunakan kertas indikator pH yang diamati berdasarkan perubahan warna pada level pH yang bervariasi. Pengukuran pH yang lebih akurat juga dapat dilakukan dengan menggunakan pH meter.

2.7.4 Amonia

Amonia merupakan hasil akhir metabolisme protein dan dalam bentuknya yang tidak terionisasi dapat bersifat racun bagi ikan. Konsentrasi ammonia terlarut di dalam perairan tergantung pada pH dan suhu yang terdapat pada perairan tersebut (Nisrinah *et al.*, 2013). Hal tersebut juga dinyatakan Suparno (2016), bahwa amonia adalah senyawa nitrogen anorganik yang bersifat gas dan cair yang tak berwarna dan memiliki bau yang khas. Amonia di perairan berasal

dari sisa metabolisme (ekresi) hewan dan proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme. Sumber amonia di perairan adalah gas nitrogen dari proses difusi udara yang tereduksi di dalam air. Amonia dan garam-garamnya bersifat mudah larut dalam air, kelarutan ammonia dalam air dipengaruhi oleh suhu, pada suhu tinggi kelarutan amonia akan berkurang. Dalam keadaan terlarut, amonia dalam perairan dapat berupa amonia bebas (NH_3) dan ion amonium (NH_4^+). Kandungan amonia bebas dan ion ammonium sangat dipengaruhi oleh keberadaan oksigen terlarut, dimana keadaan amonia bernilai relatif kecil apabila perairan memiliki kandungan oksigen yang tinggi.

Menurut Tatangindatuet *al.* (2013), bahwa batas maksimum amoniak untuk kegiatan perikanan yaitu 0,02 mg/l dan kadar amoniak yang baik bagi kehidupan ikan air tawar yaitu kurang dari 1 ppm. Apabila kadar amoniak telah melebihi 1,5 ppm, maka perairan tersebut telah mengalami pencemaran. Penyebab tingginya jumlah amoniak yaitu berasal dari sisa-sisa buangan hasil metabolisme. Sisa buangan hasil metabolisme ini dihasilkan oleh ikan dalam bentuk feces. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi kandungan amonia di kolam yaitu melalui penggantian air dan penerapan budidaya sistem resirkulasi.