

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Biologi Ikan Koi (*Cyprinus carpio L*)

2.1.1. Klasifikasi dan Morfologi

Menurut Bachtiar (2002), nenek moyang ikan koi adalah ikan karper hitam, sehingga secara sistematis ikan koi dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

Filum	: Chordata
Subfilum	: Vertebrata
Superkelas	: Gnathostomata
Kelas	: Osteichthyes
Superordo	: Teleostei
Ordo	: Ostariophysi
Famili	: Cyprinidae
Genus	: <i>Cyprinus</i>
Spesies	: <i>Cyprinus carpio L</i>

Tubuh koi (Gambar 1) di tutupi kulit yang terdiri dari kulit luar (epidermis) dan kulit dalam (dermis). Kulit luar berfungsi sebagai pelindung terhadap kotoran yang ada di permukaan tubuh dan sekaligus mencegah masuknya hama penyakit. Sedangkan kulit dalam mengandung zat warna (zat pigmen) yang antara lain dapat berupa *santofora* (kuning), *melanofora* (hitam), *guanofora* (putih berkilauan), *eritrofora* (merah), dengan adanya bermacam-macam zat warna inilah tubuh koi mempunyai warna yang bervariasi. Bentuk kepala ikan koi mirip dengan ikan mas koki, akan tetapi pada ujungnya dilengkapi sepasang sungut. Sungut ini sebagai alat indera yang berfungsi untuk mencari makanan sewaktu berada di dalam lumpur. Mata koi tidak berkembang seperti pada ikan mas koki. Warna matanya merah, hitam atau kadang-kadang sedikit keputih-putihan. Mulut koi tidak terlalu lebar, dan pada dasarnya tidak terdapat gigi. Giginya yang berfungsi untuk

mengoyak makanan hanya terletak pada ujung sebelah dalam dari kerongkongan. Hidung koi hanya berupa lekukan yang tidak ada hubungannya dengan alat pernafasan. Alat pernafasan ini telah digantikan fungsinya oleh insang yang terletak di kedua sisi kepala. Tubuh koi mempunyai warna dasar putih, merah, hitam, kuning, biru dan biru gelap. Disamping warna dasar tersebut, tubuh koi masih dihiasi belang-belang warna tertentu yang menyebar di seluruh tubuhnya. Pada umumnya koi jantan dapat dibedakan dengan koi betina. Koi jantan mempunyai bentuk tubuh lebih ramping, sedangkan koi betina lebih gemuk dan sedikit membulat (effendi, 2008).



Gambar 1. (Ikan Koi (*C. carpio L*) Udin dan Sitanggang, 2010)

2.1.2. Habitat dan Penyebaran

Habitat asli ikan koi adalah di perairan dengan mata air yang bersih dan selalu mengalir. Oleh karena itu, kolam ikan harus di jaga agar kualitas dan kebersihan airnya tetap baik dan cocok bagi ikan koi, serta memiliki sistem aliran air. Suhu yang ideal bagi ikan koi berkisar antara 15-25 °C. Jadi, iklim di Indonesia masih cukup layak untuk memelihara ikan koi. Namun, perlu diperhatikan agar kolam koi tidak terkena sinar matahari secara langsung. Hal ini untuk mencegah suhu kolam melebihi suhu ideal. Selain itu, konon koi yang sering terkena matahari

secara langsung warnanya cenderung pudar. Mengenai makanan, pada dasarnya ikan koi tidak terlalu rewel dan cenderung mau makan apa saja yang diberikan. Koi mau menerima berbagai jenis makanan baik berasal dari hewan ataupun bahan nabati (tumbuh-tumbuhan). Koi mau menerima daging, ikan dan sayur-sayuran. Bahkan roti pun mau asal tidak melebihi ukuran mulutnya dan tidak terlalu keras (Esther dan Hendra, 2010).

Koi aslinya merupakan ikan air tawar, tetapi masih bertahan hidup dalam air yang agak asin, yakni sekitar 10 ppm. Di alam bebas, saat masih kecil, koi senang sekali memakan udang-udangan renik, seperti daphnia. Sejalan dengan pertumbuhan badanya, koi memakan serangga air, jentik nyamuk atau lumut yang menempel pada tanaman. Koi merupakan hewan yang hidup di daerah beriklim sedang dengan suhu 17-32°C. Seperti ikan hias pada umumnya, koi tidak tahan jika mengalami perubahan suhu yang drastis. Jika hidup pada suhu yang terlalu rendah dalam tempo singkat koi tidak akan bertahan hidup jika tubuhnya diselimuti dengan lapisan berwarna putih, itu menandakan koi sakit akibat suhu yang terlalu rendah. Jika suhu air turun hingga 7°C, biasanya koi beristirahat di dasar kolam dan berlaku statis. Namun, jika didalam kolam tersebut dipasang alat sirkulasi air, koi akan mampu bertahan hidup. Alat sirkulasi ini mampu mencegah terjadinya kebekuan air. Karena itu, tidak heran jika koi bisa di pelihara diseluruh wilayah indonesia, dari pantai hingga daerah pegunungan (Koi dan Maloedin, 2010).

Di Indonesia ikan koi (*C. carpio L*) merupakan salah satu jenis ikan air tawar yang memiliki daerah penyebaran yang merata. Oleh sebab itu jenis ikan banyak dikenal dan digemari oleh masyarakat. Ikan mas merupakan sumber protein hewani bagi kebutuhan gizi manusi yang bermanfaat bagi kesehatan karena kandungan asam lemaknya sedikit sehingga mengurangi peningkatan kolesterol dalam darah (Patriono *et al.*, 2009).

2.2. Biologi Tanaman Suruhan (*Peperomia pellucida* L)

2.2.1. Klasifikasi dan Morfologi

Menurut Lippi (2017), tanaman suruhan (*P. pellucida* L) dapat di klasifikasikan sebagai berikut :

Divisio : Magnoliophyta

Class : Magnoliopsida

Subclass : Magnoliidae

Ordo : Piperales

Family : Piperaceae

Genus : *Peperomia*

Species : *Peperomia pellucida* L)

Tanaman suruhan (*P. pellucida* L) (Gambar 2) adalah dikenal di nigeria sebagai semak mengkilap atau riri dan di gunakan oleh masyarakat lokal sebagai obat hipertensi, diabetes dan umumnya di gunakan sebagai tonik kesejahteraan. Tanaman suruhan (*P. pellucida* L) adalah tumbuhan liar dengan bagian daun, batang atau akar yang memiliki jaringan yang mampu menyimpan air dan mampu beradaptasi pada daerah yang kering (*sukulen*) dan daun yang berbentuk bulat telur, batang yang tegak, bercabang, lunak dan berwarna hijau pucat dengan akar yang serabut dangkal dan berwarna putih, dapat berkembang biak di tanah yang gembur dan lembab dengan bayang-bayang pohon (Hamzah *et al.*, 2012).



Gambar 2. Tanaman Suruhan (*P. pellucida* L) Angelina *et al.* , 2015)

2.2.2. Habitat Dan Penyebaran

Menurut Ngueguim *et al.* (2013), tumpangan air (*P. pellucida* L) adalah tanaman dari keluarga piperaceae. Tanaman ini adalah salah satu ramuan sukulen yang memiliki tinggi sekitar 30 cm, tumbuh secara vegetatif dan sebagian besar dapat di temukan di sekitar daerah sub tropis. Di beberapa bagian kamerun benih dan seluruh tanaman yang dibudidayakan digunakan untuk mengobati fraktur, dan biasanya juga di gunakan dalam pengobatan berbagai penyakit seperti penyakit nyeri, sakit kepala dan hipertensi.

Tanaman suruhan (*P. pellucida* L) adalah tanaman subtropis dari amerika selatan. Hal ini secara luas dapat di temui di seluruh daerah tropis dan tanaman ini sering di sebut dengan gulma tetapi kadang juga di budidayakan. Hal ini banyak di gunakan untuk pengobatan diseluruh daerah tropis ,nigeria, brazil, cina, filipina, dan juga di daerah afrika. biasanya digunakan untuk pengobatan pada sakit perut, abses, jerawat, nyeri reumatik, asam urat, sakit kepala, masalah ginjal, aritmia jantung, kelelahan, masalah prostat, dan juga againts tekanan darah tinggi. Tanaman ini secara empiris digunakan sebagai anti hipertensi oleh orang-orang esan edo state, nigeria dan bahkan di catat dalam buku tradisional Ayurvedic (Kurniawan *et al.*, 2016).

2.2.3. Manfaat Dan Kandungan

Tanaman ketumpangan air biasa digunakan masyarakat untuk pengobatan asam urat, rematik, sakit kepala maupun sakit perut, anti mikroba. di Filipina tanaman ini yang disebut masyarakat sekitar disebut pansit-pansitan dapat dimanfaatkan sebagai obat antara lain untuk menurunkan kadar asam urat dan untuk mengobati masalah ginjal. Katumpangan air mengandung alkaloid, kardenoilida, saponin dan tanin, flavonoid tetapi tidak mengandung antrakuinon. Tanaman ketumpangan air mempunyai aktivitas anti kanker. Salah satu senyawa yang terdapat di dalam katumpangan air yang mempunyai aktivitas sebagai anti

mikroba yaitu *xanthon* dalam bentuk glikosida (Angelina *et al.*, 2015).

Tanaman tumpangan air ditemukan memiliki berbagai kandungan kimia. Skrining fitokimia menunjukkan adanya alkaloid, cardenolides, saponin dan tanin. akar tumpangan air juga telah menunjukkan adanya alkaloid, tanin, steroid dan karbohidrat. Minyak esensial dari tanaman yang ditemukan terutama dalam literatur medis. satu studi diidentifikasi 71 senyawa dari minyak esensial dari 10 spesies Piperaceae. seskuiterpen merupakan kandungan kimia utama dalam minyak esensial. Flavonoid, pitosterol, arylpropanoids (misalnya, apiols), stirena diganti, dan senyawa ArC2 dimer atau pellucidin A telah diisolasi. aktivitas anti jamur telah didokumentasikan untuk arylpropanoids seperti apiols. Senyawa lain seperti peperomins, memiliki sitotoksik atau aktivitas antikanker in vitro. flavonoid Terisolasi termasuk acacetin, apigenin, isovitexin, dan pellucidatin. Pitosterol, terisolasi termasuk campesterol dan stigmasterol (Majumder *et al.*, 2011)

2.2.4. Zat-zat Anti Mikroba

Zat-zat anti mikroba yang terkandung dalam tanaman *P. pellucida L* ini adalah sebagai berikut :

a. Flavonoid

Flavonoid merupakan golongan terbesar dari senyawa fenol. Flavonoid dan flavinol disintesis tanaman dalam responya terhadap infeksi mikroba, sehingga secara invitro efektif terhadap mikroorganisme. Senyawa ini merupakan antimikroba karena kemampuannya membentuk senyawa kompleks dengan protein ekstraselluler terlarut serta dinding sel mikroba. Flavonoid yang bersifat lipofilik akan merusak membran mikroba. Flavonoid merupakan senyawa fenol yang dapat menghambat sistesis dinding sel (Haryani *et al.*, 2012).

Menurut Bangkele *et al.*, 2015, efek antibakteri yang disebabkan adanya flavonoid dengan mekanisme kerja dapat dibagi menjadi 3 yaitu menghambat sintesis asam nukleat, menghambat fungsi membran sel dan menghambat

metabolisme energi. Flavonoid menghambat sintesis asam nukleat adalah cincin A dan B yang memegang peran penting dalam proses interkelasi atau ikatan hidrogen dengan menumpuk basa asam nukleat yang menghambat pembentukan DNA dan RNA. Flavonoid menghambat fungsi membran sel dengan membentuk senyawa kompleks dengan protein ekstraseluler dan terlarut sehingga dapat merusak membran sel bakteri dan diikuti dengan keluarnya senyawa. Flavonoid dapat menghambat metabolisme energi dengan cara menghambat penggunaan oksigen oleh bakteri dengan cara menghambat pada sitokrom C reduktase sehingga pembentukan metabolisme terhambat akibatnya tidak terjadi biosintesis makromolekul.

b. Alkaloid

Alkaloid merupakan salah satu metabolisme sekunder yang terdapat pada tumbuhan, yang bisa dijumpai pada bagian daun, ranting, biji, dan kulit batang. Alkaloid mempunyai efek dalam bidang kesehatan berupa pemicu sistem saraf, menaikkan tekanan darah, mengurangi rasa sakit, antimikroba, obat penenang, obat penyakit jantung dan lain-lain lain (Aksara *et al.*, 2013).

Daun suruhan dari hasil uji ditemukan mengandung senyawa alkaloid dan antrakuinon / antracena. Alkaloid merupakan senyawa yang mengandung nitrogen yang bersifat basa dan mempunyai aktifitas farmakologis. Bagi tumbuhan, alkaloid berfungsi sebagai senyawa racun yang melindungi tumbuhan dari serangga atau herbivora (hama dan penyakit), pengatur tumbuh atau sebagai basa mineral untuk mempertahankan keseimbangan ion. Umumnya alkaloid merupakan senyawa padat, berbentuk kristal, tidak berwarna dan mempunyai rasa pahit. Senyawa alkaloid dalam bidang kesehatan memiliki efek berupa pemicu sistem syaraf, menaikkan tekanan darah, mengurangi rasa sakit, antimikroba, obat penenang, obat penyakit jantung dan lainnya (Rohyani *et al.*, 2015).

Alkaloid merupakan golongan zat pada tumbuhan sekunder yang terbesar. Alkaloid memiliki kemampuan sebagai antibakteri. Mekanisme yang diduga adalah dengan cara mengganggu komponen penyusun peptidoglikan pada sel bakteri, sehingga lapisan dinding sel tidak terbentuk secara utuh dan menyebabkan kematian sel tersebut (Ajizah, 2004)

c. Saponin

Saponin merupakan salah satu metabolit sekunder yang mempunyai aktivitas biologi, di antaranya bersifat sebagai antimikroba. Saponin aman untuk mamalia, tetapi dapat bersifat racun bagi hewan berdarah dingin termasuk golongan serangga. Oleh karena itu, saponin berpotensi untuk digunakan sebagai pembasmi hama tertentu. Saponin diduga mengandung bagian yang bersifat hormonal dari golongan steroid. Saponin terdiri dari gugus gula (polar) dan aglikon (nonpolar) sehingga pada lapisan butanol saponin dapat terekstraksi sempurna (Irwan *et al.*, 2007).

Saponin yang merupakan salah satu metabolit sekunder tanaman suruhan adalah glikosida yang tersusun dari gula yang berikatan dengan aglikon. Aglikon, (disebut juga sapogenin) memiliki struktur yang terdiri dari rantai triterpenoid atau steroid dan bersifat non polar. Struktur saponin tersebut menyebabkan saponin bersifat seperti sabun atau deterjen sehingga saponin disebut sebagai surfaktan alami (nama saponin diambil dari sifat utama ini yaitu "sapo" dalam bahasa Latin yang berarti sabun). Berbagai penelitian telah menemukan bahwa saponin dapat memberikan efek antitussives dan expectorants. Efek tersebut membantu menyembuhkan batuk. Saponin yang memiliki sifat anti *inflammatory* juga telah terbukti efektif untuk menyembuhkan edema (*respon inflammatory*) pada tikus dan memiliki aktivitas anti *inflammatory*. Kemampuan saponin tersebut menjadikan saponin sebagai metabolit sekunder yang penting bagi bidang medis (Fahrunnida dan Pratiwi, 2015).

Saponin merupakan senyawa aktif permukaan dan bersifat seperti sabun, serta dapat dideteksi berdasarkan kemampuannya membentuk busa jika dikocok dalam air dan menghemolisis sel darah (Robinson, 1995). Busa yang ditimbulkan saponin karena adanya kombinasi struktur senyawa penyusunnya yaitu rantai sapogenin nonpolar dan rantai samping polar yang larut dalam air. Beberapa saponin bekerja sebagai antimikroba. Saponin bekerja sebagai antibakteri dengan mengganggu stabilitas membran sel bakteri sehingga menyebabkan sel bakteri lisis (Cheeke, 2004). Mekanisme kerja saponin termasuk dalam kelompok antibakteri yang mengganggu permeabilitas membran sel bakteri, yang mengakibatkan kerusakan membran sel dan menyebabkan keluarnya berbagai komponen penting dari dalam sel bakteri yaitu protein, asam nukleat dan nukleotida. Hal ini akhirnya mengakibatkan sel bakteri lisis (Kurniawan dan Wayan, 2015).

d. Tanin

Tanin merupakan senyawa aktif metabolit sekunder yang diketahui mempunyai beberapa khasiat yaitu sebagai astringen, anti diare, anti bakteri dan antioksidan. Tanin merupakan komponen zat organik yang sangat kompleks, terdiri dari senyawa fenolik yang sukar dipisahkan dan sukar mengkristal, mengendapkan protein dari larutannya dan bersenyawa dengan protein tersebut (Desmiaty *et al.*, 2008). Tanin dibagi menjadi dua kelompok yaitu tanin terhidrolisis dan tanin terkondensasi. Tanin memiliki peranan biologis yang kompleks mulai dari pengendap protein hingga pengkhelat logam. Tanin juga dapat berfungsi sebagai antioksidan biologis (Malangngi *et al.*, 2012).

Tanin merupakan suatu senyawa polifenol yang memiliki berat molekul besar yang terdiri dari gugus hidroksi dan karboksil. Senyawa tanin terdiri dari dua jenis yaitu tanin terkondensasi dan tanin terhidrolisis. Senyawa tanin memiliki aktivitas antibakteri. Zona penghambatan senyawa anti bakteri dari ekstrak tanin

diukur berdasarkan jari-jari (mm) penghambatan berupa areal bening di sekeliling sumur uji (Sari *et al.*, 2015). Mekanisme kerja tanin sebagai antibakteri adalah menghambat reverse transkriptase dan DNA topoisomerase sehingga sel bakteri tidak dapat terbentuk (Robinson, 1995).

e. Cardenolides

Dengan mengikat Na, KATPase, cardenolides mampu menghasilkan toksin yang kuat bagi hewan pada dosis tunggal. Dikarenakan 23^oC empat cincin steroid skeleton dengan lima cincin lactone pada C17. Semua cardenolides sesuai dengan sisi ekstraselular untuk berikatan dengan NA, K-ATPase, dimana glikolisida berikatan dengan gula pada berbagai nomer dan struktur yang terletak pada permukaan membran. Beberapa asam amino diketahui terlibat pada perikatan cardenolide dengan menggunakan oubain, bagian yang paling sering dipakai sebagai referensi cardenolide adalah yang berasal dari *Strophantus gratus* (*Apocynaceae*). Meskipun sensitif terhadap NA, K-ATPase dan cardenolide merupakan karakteristik prevalent pada sebagian besar hewan, beberapa insekta mampu beradaptasi dengan cardenolide yang terdapat di tanaman (Sukendra, 2015).

Cardenolide adalah glikosida (senyawa yang mengandung gula), rasanya pahit dan sangat toksik bagi hewan tingkat tinggi. Saponin adalah steroid dan glikosida triterpen. Keberadaan kedua elemen yaitu larut lemak (steroid atau terpen) dan larut air (gula) di satu molekul membuat saponin bersifat seperti sabun (berbuih setelah dikocok dengan air). Toksisitas saponin disebabkan karena kemampuannya membentuk kompleks dengan sterol. Saponin dapat mengganggu sistem pencernaan atau merusak membran sel setelah diabsorpsi ke dalam aliran darah (Mastuti 2016).

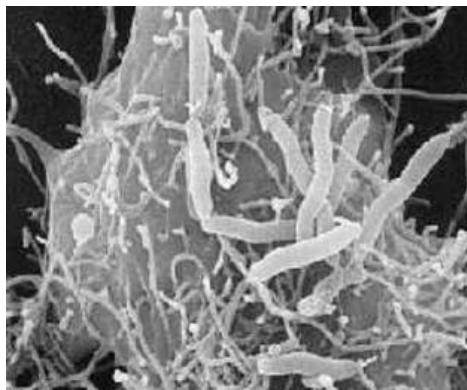
2.3. Biologi Bakteri *Aeromonas hydrophila*

2.3.1. Klasifikasi dan morfologi

Bakteri *A. hydrophila* menurut Buchanan dan gibson (1974), diklasifikasikan sebagai berikut :

- Filum : Protophyta
- Klas : Schizomyecetes
- Ordo : Pseudomonodale
- Sub ordo : Pseumodineae
- Family : Vibrionceae
- Genus : Aeoromonas
- Spesie : *Aeromonas hydrophila*

Menurut Haryani *et al.* (2012), bakteri *A. hydrophilla* (Gambar 3) merupakan bakteri heterotrofik uniseluller, tergolong protista prokariot yang dicirikan dengan tidak adanya membran yang memisahkan inti dengan sitoplasma. Bakteri ini biasanya berukuran 0,7-1,8 x 1,0-1,5 μm dan bergerak menggunakan sebuah alat gerak yang berbentuk cambuk (polar flagel). Bakteri *A. hydrophila* bergerak dengan menggunakan flagela tunggal di salah satu ujungnya. Bakteri ini berbentuk batang sampai dengan kokus dengan ujung membulat, fakultatif anaerob, dan bersifat mesofilik dengan suhu optimum 20-30°C. Bakteri *A. hydrophila* bersifat gram negatif, oksidasi positif dan katalase positif.



Gambar 3. Bakteri *A. Hydrophila* (Haryani *et al.*, 2012)

2.3.2. Habitat dan Perkembangbiakan

Bakteri *A. hydrophila* bersifat gram negatif dan motil karena mempunyai satu flagel (*monotrichous flagella*) yang keluar dari salah satu kutubnya. Bakteri ini berbentuk batang pendek berukuran 2 - 3 mikrometer, koloni bulat, cembung, berwarna kekuning-kuningan dan mempunyai variasi biokimia. Bakteri *A. hydrophila* umumnya hidup di air tawar yang mengandung bahan organik tinggi dan senang hidup di lingkungan bersuhu 15-30°C pada pH antara 5,5 - 9. Bakteri ini dapat diisolasi dari air segar dan memiliki habitat normal pada saluran *gastrointestinal* (Sari, 2012).

Bakteri ini dapat bertahan dalam lingkungan aerob maupun anaerob dan dapat mencerna material-material seperti gelatin dan hemoglobin. Bakteri *A. hydrophilla* resisten terhadap chlorin serta suhu yang dingin (faktanya *A. hydrophilla* dapat bertahan dalam temperatur rendah $\pm 4^{\circ}\text{C}$), tetapi setidaknya hanya dalam waktu 1 bulan. Sebagian besar isolat *A. hydrophilla* mampu tumbuh dan berkembang biak pada suhu 37°C dan tetap motil pada suhu tersebut. disamping itu, bakteri *A. hydrophilla* mampu tumbuh pada kisaran pH 4,7 - 11 (Haryani *et al.*, 2012).

2.3.3. Patogenitas

Salah satu penyakit yang sering menyerang ikan adalah penyakit bercak merah (Red-Sore Disease), yang disebabkan oleh bakteri *A. hydrophila* atau dikenal dengan nama “ *Motile Aeromonas Septicemia* “ Penyakit ini sering menyerang ikan air tawar dan dapat menimbulkan wabah penyakit dengan tingkat kematian yang tinggi (80 – 100%) dalam waktu 1 – 2 minggu. Bakteri muncul akibat adanya kenaikan suhu yang mendadak, polusi, serta sisa makanan atau stress abnormal (Sari *et al.*, 2012).

Menurut Mahyudin (2010), salah satu penyebab utama peningkatan populasi bakteri adalah adanya pencemaran air karena penumpukan sisa pakan

dan kotoran yang membusuk di dasar kolam. Penyakit ini sering kali terjadi saat musim pancaroba atau perubahan musim dari musim kemarau (panas) ke musim penghujan. Terjadinya perbedaan suhu antara siang dan malam yang tinggi juga berperan menjadi pencetus penyakit. faktor pemicu lain penyakit ini adalah bila daya tahan tubuh ikan menurun akibat stres karena kualitas air yang menurun, kekurangan pakan, atau penanganan yang kurang baik.

2.3.4. Gejala Ikan yang Terinfeksi Bakteri *A. Hydrophila*

Gejala yang tampak pada ikan yang terinfeksi oleh bakteri *A. hydrophila* adalah ikan berwarna gelap (kusam), nafsu makan berkurang atau sama sekali tidak nafsu makan, ikan bergerombol di dekat pintu pengeluaran air, luka pada kulit, sirip dan susuk rusak, perdarahan pada tubuh ikan, perut busung, insang rusak berwarna keputih-putihan hingga kebiru-biruan, ikan lemah dan timbul luka borok (Cahyono, 2001).

Menurut Taufik dan Cahyo (2008), gejala klinis infeksi bakteri *A. Hydrophila* adalah bervariasi, namun biasanya di tunjukkan adanya borok hemoragik pada kulit, insang dan rongga mulut yang dapat meluas ke jaringan otot, serta adanya pembengkakan pada ginjal dan limpa. Ikan yang terkena penyakit ini warna permukaan tubuhnya merah darah, lendir berkurang, sisik rusak dan rontok, sirip rusak, serta pecah-pecah. Akhirnya akan kehilangan keseimbangan dan lemas.

2.3.5. Pencegahan pada ikan Koi (*C. carpio L*)

Pencegahan penyakit merah dapat dilakukan dengan sanitasi (kebersihan) perairan, pemberian pakan yang baik (mutu dan jumlahnya), desinfektan peralatan, vaksinasi, mengkarantina ikan yang baru datang sebelum ditebarkan ke keramba, jala apung atau kolam, tidak menggunakan benih dari daerah yang terserang wabah penyakit, menangkap ikan yang telah terinfeksi dan memisahkan ikan dalam bak tersendiri (Cahyono, 2001).

Menurut Gufran and Kordi (2013), Ada beberapa cara teknik pencegahan

yang dapat dilakukan yaitu secara mekanik, kimia dan biologis. Tindakan pencegahan secara mekanik adalah upaya mencegah serangan penyakit dengan bantuan peralatan mekanik. Contohnya air yang ditirasi dengan sinar Ultraviolet. Tindakan pencegahan kimiawi adalah usaha pencegahan terhadap serangan penyakit dengan memanfaatkan berbagai senyawa kimia. Seperti pembersihan wadah, pembersihan peralatan, pembersihan ikan koi, peningkatan kekebalan tubuh. Sedangkan tindakan pencegahan secara biologis adalah usaha pencegahan terhadap serangan penyakit dengan menggunakan prinsip-prinsip biologis atau organisme lain. Misalnya seperti menebarkan biota air kedalam bak atau kolam pembersihan air Agar memberikan hasil yang memuaskan. Pemilihan teknik pencegahan ini harus disesuaikan dengan kondisi lingkungan setempat.

2.4. Sistem Imun Pada Ikan

Sistem pertahanan tubuh pada ikan terdiri dari sistem pertahanan konstitutif dan yang diinduksi (inducible). Sistem pertahanan konstitutif menjalankan perlindungan secara umum terhadap invasi flora normal, kolonisasi, infeksi dan penyakit infeksi yang disebabkan oleh patogen. Sistem pertahanan yang diinduksi atau didapat (acquired), maka untuk berfungsi dengan baik harus diinduksi antara lain dengan pemaparan pada patogen atau produk-produk yang berasal dari patogen. Sistem pertahanan Yang dimaksud dengan sistem imun adalah semua mekanisme yang digunakan badan untuk mempertahankan keutuhan tubuh sebagai perlindungan terhadap bahaya yang dapat ditimbulkan sebagai bahan dalam lingkungan hidup. Pertahanan tersebut terdiri atas sistem imun alamiah atau non-spesifik (natural atau *innate*) dan di dapat atau spesifik (*adaptive* atau *acquired*) (Rahmaningsih, 2016).

Fungsi respon seluler dari reseptor ikan diperankan oleh beberapa parameter sel imun untuk menghasilkan respon yang terbentuk. MHC (*Major*

Hstocompatibility Complex) merupakan salah satu molekul yang berperan penting dalam sistem imun ikan. Antigen jika masuk di dalam sel inang atau tubuh ikan maka antigen tersebut akan dipresentasikan oleh MHC, antigen akan ditangkap oleh reseptor pada sel T helper (2), dan sel T helper (2) akan mensekresikan sitokin yaitu IL-2, IL- 4, dan IL-6 yang bertujuan untuk diferensiasi dan proliferasi sel B, diferensiasi sel B akan menghasilkan sel plasma dan sel memori. Selanjutnya sel plasma akan mensintesis antibodi yang spesifik yang akan mengikat antigen sehingga mencegah pergerakan antigen, dan memudahkan proses fagositosis. Salah satu sel imun adalah sitokin, dimana sitokin yang berperan dalam menstimulasi proliferasi dan diferensiasi sel B adalah interleukin 4 (IL-4).

2.5. Pertumbuhan Ikan

Pertumbuhan merupakan perubahan ukuran baik bobot maupun panjang dalam suatu periode atau waktu tertentu. Pertumbuhan ikan di pengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor internal yang meliputi sifat genetik dan kondisi fisiologis ikan serta faktor eksternal yang berhubungan dengan lingkungan. Faktor-faktor eksternal tersebut diantaranya yaitu komposisi kimia air dan tanah dasar, temperatur air, bahan buangan metabolik (produk ekskresi), ketersediaan oksigen dan ketersediaan pakan (unisa, 2003).

Menurut effendie (2003), pertumbuhan dapat dirumuskan sebagai pertambahan ukuran panjang atau berat dalam suatu waktu, sedangkan pertumbuhan bagi populasi sebagai pertambahan jumlah. Salah satu faktor utama dalam budidaya untuk meningkatkan pertumbuhan adalah asupan makanan yang baik dan memiliki kandungan gizi yang cukup, selain itu juga harus memperhatikan jumlah makanan yang di berikan dalam satu hari. Jumlah makanan yang di berikan berpengaruh terhadap respon makan dan pertumbuhan (sembiring *et al.*, 2015).

2.6. Kelulushidupan

Kelulushidupan ikan uji adalah membandingkan jumlah ikan uji yang hidup pada akhir penelitian dengan jumlah ikan uji yang ditebar pada awal penelitian (Effendie, 1979).

$$SR = \frac{N_t}{N_o} \times 100 \%$$

Keterangan:

SR = Tingkat Kelulushidupan (%)

N_t = Jumlah kultivan pada akhir penelitian (ekor)

N_o = Jumlah kultivan pada awal penelitian (ekor)

Menurut Arini *et al.*, 2011, Tingkat kelangsungan hidup adalah persentase ikan yang berhasil bertahan hidup dari keseluruhan ikan yang di pelihara dalam suatu wadah pemeliharaan. Kelulushidupan dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor dalam dan faktor luar dari ikan. Faktor luar meliputi kondisi abiotik (kualitas air), kompetisi antar spesies, penambahan jumlah populasi ikan pada ruang gerak yang sama (faktor kepadatan ikan), meningkatnya predator dan parasit serta penanganan selama perlakuan. Faktor dalam terdiri dari umur, kemampuan ikan menyesuaikan diri terhadap lingkungannya maupun kondisi fisik ikan tersebut.

2.7. Kualitas Air

Dalam proses pemeliharaan ikan kualitas air merupakan salah satu faktor penting yang harus diperhatikan karena kualitas air dapat mempengaruhi kelangsungan hidup ikan. Kualitas air yang dapat mempengaruhi kehidupan ikan adalah sebagai berikut:

2.7.1. Suhu

Ikan adalah hewan *poikilotherm* yang suhu tubuhnya akan mengikuti atau sama dengan suhu lingkungannya. Metabolisme dan kekebalan tubuh ikan sangat tergantung dari suhu lingkungannya. Ikan daerah tropis umumnya tidak terlalu tahan dengan perubahan suhu yang terlalu besar. Suhu yang rendah akan

mengurangi imunitas atau kekebalan tubuh ikan, sedangkan suhu yang terlalu tinggi dapat mempercepat ikan terinfeksi oleh bakteri. Penurunan atau kenaikan suhu secara sedikit demi sedikit dimungkinkan tidak terlalu berbahaya bagi ikan (Lesmana, 2003).

Secara tidak langsung suhu air dapat mempengaruhi kehidupan biota air melalui kelarutan oksigen dalam air. Semakin tinggi suhu daya larut oksigen pada air akan semakin rendah dan sebaliknya. Suhu juga mempengaruhi kehidupan bakteri yang ada pada air tersebut. Seperti bakteri *Nitrosomonas* yang mempunyai toleransi yang besar daripada *Nitrobacter*, sehingga suhu yang rendah akan membuat pembentukan nitrit dari nitrat berkurang sedangkan produksi amoniak menjadi nitrat tidak banyak berubah (Kordi dan Andi, 2007).

Menurut Effendi (2003), suhu suatu badan air dipengaruhi oleh musim, lintang (*latitude*), ketinggian dari permukaan (*altitude*), waktu dalam hari, sirkulasi udara, penutupan awan, dan aliran serta kedalaman badan air. Perubahan suhu berpengaruh terhadap proses fisika, biologi, kimia badan air. Suhu juga sangat berperan mengendalikan kondisi ekosistem perairan. Organisme akuatik memiliki kisaran suhu tertentu (batas atas dan bawah) yang disukai bagi pertumbuhannya. Peningkatan suhu menyebabkan kecepatan metabolisme dan respirasi organisme air dan selanjutnya menyebabkan peningkatan konsumsi oksigen.

2.7.2. pH

Menurut Boyd (1982), pH adalah logaritma negatif dari aktivitas ion hidrogen. Skala pH ditunjukkan pada kisaran 0-14, Nilai pH perairan pada umumnya adalah 6,5-9. pH asam dan basa yang toleran untuk kematian ikan adalah di bawah 4 dan di atas 11. Namun jika air lebih asam dari pada pH 6,5 atau lebih basa dari 9 dalam waktu tertentu perkembangan dan pertumbuhan ikan akan berkurang. Permasalahan yang umum mengenai pH tidak hanya terjadi pada kolam ikan.

Menurut Effendi (2003), sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH sekitar 7-8,5. Nilai pH sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan, misalnya proses nitrifikasi akan berakhir jika pH rendah. Toksisitas logam memperlihatkan peningkatan pada pH rendah. pH juga mempengaruhi toksisitas suatu senyawa kimia. Senyawa ammonium yang dapat terionisasi banyak ditemukan pada perairan yang memiliki pH rendah. Amonium bersifat tidak toksik (*innocuous*). Namun, pada suasana alkalis (pH tinggi) lebih banyak ditemukan amoniak yang tak terionisasi (*anionized*) dan bersifat toksik.

2.7.3. DO

Menurut Boyd (1982), Oksigen merupakan salah satu komponen utama dalam suatu perairan sekitar 20,95%. Konsentrasi kelarutan oksigen tertinggi adalah pada suhu 0 °C, dan akan menurun terus dengan semakin bertambahnya suhu. Daya larut oksigen dalam perairan akan menurun dengan semakin tingginya salinitas, setiap 9000 mg/l kenaikan salinitas akan mengurangi kelarutan oksigen sebesar 5% dari air murni.

Oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen* = DO) dibutuhkan oleh semua jasad hidup untuk pernapasan, proses metabolisme atau pertukaran zat yang kemudian menghasilkan energi untuk pertumbuhan dan berkembangbiak. Disamping itu, oksigen juga dibutuhkan untuk oksidasi bahan-bahan organik dan anorganik dalam proses aerobik. Sumber utama oksigen dalam suatu perairan berasal dari suatu proses difusi dari udara bebas dan hasil fotosintesis organisme yang hidup dalam perairan tersebut (Salmin, 2005).

Kadar oksigen terlarut juga berfluktuasi secara harian (*diurnal*) dan musiman, tergantung pada pencampuran (*mixing*) dan pergerakan (*turbulence*) massa air, aktivitas fotosintesis, respirasi, dan limbah (*effluent*) yang masuk ke badan air. Peningkatan suhu sebesar 1 °C akan meningkatkan konsumsi oksigen sekitar 10% (Effendi, 2003).