

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Biologi Ikan Mas

Klasifikasi ikan mas menurut Saanin (1984) adalah sebagai berikut:

Filum	: Chordata
Sub filum	: Vertebrata
Kelas	: Osteichthyes
Sub kelas	: Actinopterygii
Ordo	: Cypriniformes
Sub ordo	: Cyprinoidei
Famili	: Cyprinidae
Genus	: <i>Cyprinus</i>
Spesies	: <i>Cyprinus carpio</i>

Ikan mas memiliki tubuh yang agak panjang dan pipih tegak (*compressed*). Mulutnya terletak di ujung tengah (terminal) dan dapat disembulkan. Terdapat dua pasang sungut pada bagian anterior mulut. Secara umum, hampir seluruh tubuh ikan mas ditutupi oleh sisik yang berukuran relatif besar dan digolongkan dalam sisik tipe sikloid (Amri, 2008). Ikan mas juga memiliki sirip punggung (dorsal) yang berukuran relatif panjang yang berseberangan dengan sirip perut (ventral). Gurat sisi (*linea lateralis*) terletak di pertengahan tubuh, melintang dari tutup insang sampai ke ujung belakang pangkal ekor (Suseno, 2000). Ikan mas

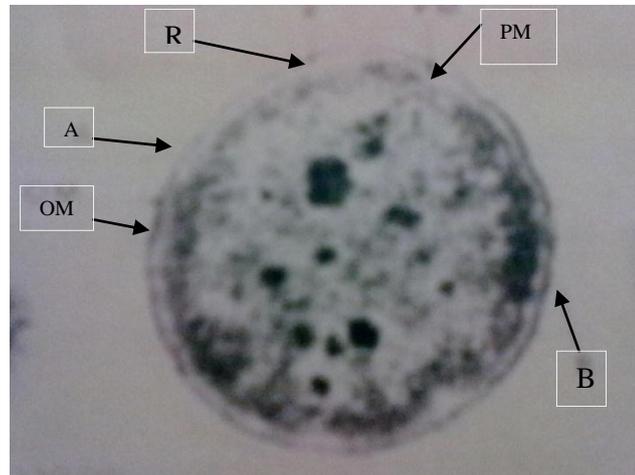
memiliki sirip punggung berjari-jari keras bertulang dan terletak di muka atau bertepatan dengan sirip perut (Ariaty, 1991). Ikan mas hidup di perairan tawar di dataran rendah sampai tinggi. Suhu optimum untuk ikan mas berkisar antara 26°C hingga 28°C dan pH air antara 6 sampai 8. Ikan mas memerlukan tingkat kadar oksigen yang tinggi untuk kelangsungan hidupnya yaitu antara 4 hingga 5 ppm, walaupun ikan ini masih tahan hidup pada kadar oksigen 1 hingga 2 ppm (Cholik *et al.*, 2005). Ikan mas menyukai tempat hidup (habitat) di perairan tawar yang airnya tidak terlalu dalam dan alirannya tidak terlalu deras, seperti di pinggiran sungai atau danau. Ikan mas dapat hidup baik di daerah dengan ketinggian 150 sampai 600 meter di atas permukaan air laut (dpl). Umumnya hidup di air tawar, walaupun dapat juga hidup di lingkungan air payau dengan salinitas kurang dari 5 ppt (Rochdianto, 2005). Penyebaran ikan mas meliputi berbagai negara diantaranya adalah Cina, Belanda dan Afrika. Sedangkan di Indonesia, ikan mas terdapat di sungai dan danau-danau di pulau Sulawesi, Kalimantan, dan Jawa (Cholik *et al.*, 2005).

B. *Aeromonas salmonicida*

Klasifikasi ilmiah bakteri *A. salmonicida* menurut Anonim (2007) adalah sebagai berikut :

Super Kingdom	: Bacteria
Phylum	: Proteobacteria
Class	: Gammaproteobacteria
Order	: Aeromonadales
Family	: Aeromonadaceae

Genus : *Aeromonas*
 Species : *Aeromonas salmonicida*



Gambar 2. Bakteri *A. salmonicida*
 (Sumber : Cipriano and Bullock, 2001)

Keterangan gambar :

- A : *A-layer* (lapisan A),
- OM : *Outer membrane* (membran luar),
- R : *Rigid layer* (lapisan kaku),
- PM : *Plasma membrane* (membran plasma),
- B : *Pili like appendages*(alat gerak menyerupai *pili*).

A. salmonicida memiliki lapisan tambahan yang dinamai lapisan A (A- layer) yang menempel pada permukaan membran luar (OM). Membran luar mengandung *polisakarida* yang memegang peranan dalam virulensi dan patogenesis bakteri (Cipriano and Bullock, 2001). *A. salmonicida* memiliki alat gerak yang menyerupai rambut dan berbentuk batang disebut dengan *pili* (B). *Pili* merupakan bagian membran luar yang berhubungan dengan patogenitas bakteri yang sangat berperan dalam penempelan (*adhesi*) pada sel *mukosa* dan penyebaran bakteri dalam inang. Membran plasma (PM) pada *A. salmonicida* berfungsi mengendalikan keluar masuknya suatu bahan ke dalam sel. Lapisan luar

menutupi membran plasma ialah dinding sel yang kaku (*rigid layer*) yang mengandung peptidoglikan yang berfungsi untuk mempertahankan bentuk dan melindungi membran protoplasma yang ada di dalam tubuh bakteri (Yusman, 2006).

A. salmonicida merupakan bakteri Gram negatif, yaitu bakteri yang tidak mempertahankan zat warna metil ungu pada metode pewarnaan Gram. Bakteri *A. salmonicida* berbentuk batang pendek (1,3-2,0 x 0,8-1,3 μm), non motil atau tidak bergerak, tidak membentuk spora, fakultatif anaerob, pertumbuhan optimum pada suhu 22⁰C (Pusat Karantina Ikan, 2007). Selain itu, *A. salmonicida* tidak mampu bertahan lama diluar tubuh inang. Aktivitas optimal terjadi pada suhu 22 sampai dengan 28⁰C, sedangkan pada suhu 35⁰C pertumbuhannya terhambat. Bakteri ini dapat dijumpai di lingkungan air tawar maupun air laut (Anonim, 2007).

Bakteri *A. salmonicida* banyak dijumpai di perairan tawar dan laut serta mempunyai kisaran inang yang luas mulai dari ikan-ikan air tawar dan laut. Bakteri ini dapat bertahan hidup dalam air atau sedimen selama beberapa hari atau beberapa minggu tetapi tidak dapat berbiak, dan bersifat obligat (Kamiso *et al*,1993). *A. salmonicida* dapat bertahan dalam air pada periode waktu yang lama. Lamanya waktu tergantung pada kandungan mineral, pH dan temperatur air. Dengan meningkatnya suhu, virulensinya juga bertambah tinggi (Inglis *et al.*,1993).

Bakteri *Aeromonas salmonicida* (sinonim *Bacillus salmonicida*, *Bacterium trutta*) pertama kali ditemukan oleh Emmerich and Weibel pada tahun (1894) pada ikan Trout di Jerman. *Aeromonas salmonicida* terdiri dari 4 sub spesies, yaitu *A. salmonicida*, *A. achromogenes*, *A. masoucida*, dan *A. smithia*. Strain dari *A.*

salmonicida subspecies *salmonicida* dapat menimbulkan gejala furunculosis dan dapat menyebabkan septisemia bahkan kematian. Sedangkan sub spesies yang lain tidak menimbulkan gejala yang sama, tetapi sering menyebabkan gejala karakteristik yaitu kerusakan pada bagian luar tubuh dengan atau subsekuen septisemia (Holt *et al.*, 1994). Secara umum *A. salmonicida* merupakan bakteri penyebab utama penyakit infeksi pada ikan-ikan salmonid dengan penyakit yang dikenal dengan furunkulosis, tapi sejumlah laporan juga menunjukkan adanya insiden infeksi pada ikan-ikan Cyprinid seperti ikan mas hias dan ikan mas konsumsi (Irianto, 2005).

Penyakit furunculosis pada ikan yang disebabkan oleh bakteri *A. salmonicida* memiliki ciri-ciri luka yang khas yaitu nekrosis pada otot, pembengkakan di bawah kulit, dengan luka terbuka berisi nanah, dan jaringan yang rusak di puncak luka tersebut seperti cekungan (Kamiso *et al.*, 1993).

Penyakit akibat bakteri *A. salmonicida* sangat mudah menular pada ikan lain yang berada di sekitar ikan yang terkena penyakit. Penularan penyakit dapat dibagi menjadi 2 (dua), yaitu penularan secara vertikal dan horizontal. Penularan vertikal adalah penularan penyakit dari induk ke progeninya, sedang penularan horizontal adalah penularan penyakit ke ikan lain melalui kontak langsung, vektor, peralatan, atau lingkungan (Afrianto dan Liviawaty, 1992).

Ikan yang terserang bakteri *Aeromonas* biasanya akan memperlihatkan gejala berupa: warna tubuhnya berubah menjadi agak gelap, kulitnya menjadi kasat dan timbul pendarahan yang selanjutnya akan menjadi borok (hemoragi), kemampuan berenangannya menurun dan sering ke permukaan air dikarenakan insang rusak

sehingga sulit bernapas, sering terjadi perdarahan pada organ bagian dalam seperti hati, ginjal maupun limpa, sering pula terlihat perutnya agak kembung (dropsi), seluruh siripnya rusak dan insang menjadi berwarna keputih-putihan, mata rusak dan agak menonjol (*exophthalmia*) (Afrianto and Liviawaty, 1992). Gejala klinis atau tanda-tanda utama serangan *Aeromonas salmonicida* pada ikan adalah pembentukan ulkus-ulkus yang menyerupai bisul, perdarahan sirip, sirip putus/patah, perdarahan pada insang, lendir berdarah pada rectum, dan pembentukan cairan berdarah (McCarthy and Robert, 1980). Usus bagian belakang lengket dan bersatu serta pembengkakan limpa, dan nekrosis pada ginjal.

Penyakit furunculosis pada ikan yang disebabkan oleh bakteri ini memiliki ciri-ciri luka yang khas yaitu nekrosis pada otot, pembengkakan di bawah kulit, dengan luka terbuka berisi nanah, dan jaringan yang rusak di puncak luka tersebut seperti cekungan (Kamiso *et al.*, 1993). Pada stadium awal secara makroskopik akan terlihat kebengkakan pada daerah sub akut, yang biasanya membentuk kavitasasi yaitu ruang berongga. Perubahan lain yang terlihat adanya nekrosis pada ginjal, hati dan otot (Robert, 1989).

C. Sistem Pertahanan Tubuh Ikan

Ikan mengalami kontak yang sangat intim dengan lingkungannya, yang mengandung berbagai mikroba patogen, misalnya bakteri, virus, fungus, protozoa, dan parasit yang dapat menyebabkan infeksi (Ellis, 1997). Untuk mempertahankan diri terhadap serangan berbagai patogen tersebut ikan memiliki berbagai respon pertahanan tubuh yang tersusun dalam suatu sistem pertahanan yang kompleks dan disebut sebagai sistem imun (Almendras, 2001). Berdasarkan sifat

responnya dalam menghadapi agen patogen penyerang, sistem imun terbagi menjadi sistem pertahanan alamiah (*innate immunity*) yang bersifat non spesifik dan pertahanan adaptif (*adaptive immunity*) yang bersifat spesifik (Almendras, 2001). Adapun perbedaan antara respon imun *innate* dengan respon imun adaptif pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbedaan Sistem imun Ikan (Wikipedia, 2012).

Komponen imunitas	
Sistem imun bawaan/Non Spesifik	Sistem imun adaptif/ Spesifik
Respon tidak spesifik	Respon spesifik patogen dan antigen
Eksposur menyebabkan respon maksimal segera	Perlambatan waktu antara eksposur dan respon maksimal
Komponen imunitas selular dan respon imun humoral	Komponen imunitas selular dan respon imun humoral
Tidak ada memori imunologikal	Eksposur menyebabkan adanya memori imunologikal
Ditemukan hampir pada semua bentuk kehidupan	Hanya ditemukan pada Gnathostomata

Pertahanan non spesifik merupakan lapis pertahanan pertama yang meliputi pertahanan mekanik dan kimiawi serta respon seluler yang melibatkan sel-sel yang mampu memfagosit (makrofag dan kelompok granulosit). Menurut Erickson and Hubbard (2000) peningkatan sistem pertahanan non-spesifik diantaranya fagositosis terjadi akibat adanya LPS (lipopolisakarida) atau peptidoglikan (PG) atau keduanya yang dilepaskan secara terus menerus oleh bakteri. Sejumlah kecil LPS dan PG dilepaskan secara terus menerus dan berinteraksi dengan permukaan sel inang, sehingga mengaktifkan sel makrofag. Makrofag merupakan bagian utama dari respon imun non spesifik (Stabler *et al.*, 1994).

Menurut Almendras (2001) yang termasuk imunitas non-spesifik antara lain:

1. Pertahanan fisik, meliputi kulit termasuk sisik bagi ikan bersisik dan lendir. Lendir dan cairan pencernaan dapat menghasilkan bahan kimia yang bersifat

bakterisidal. Lendir yang dihasilkan oleh sel goblet, mengandung imunoglobulin (IgM), precipitin, eglutinin alamiah, lysin, lysozime, C-reaktive protein, dan komplemen.

2. Pertahanan terlarut, merupakan cairan tubuh ikan yang mengandung jenis bahan atau molekul yang dapat berfungsi untuk melisiskan seperti enzim lysin, lisozim, dan protease; dan yang berfungsi menutupi atau menghambat pertumbuhan patogen yang masuk ke dalam tubuh seperti transferin, laktoferin, ceruloplasmin, metallothionin, ceropins, dan marganins.
3. Pertahanan seluler meliputi;
 - a. Inflamasi, yaitu suatu respon lokal terhadap kerusakan jaringan akibat adanya infeksi patogen yang ditandai dengan adanya infiltrasi granulosit dan makrofag, pengeluaran atau pembuangan sel-sel mati, sel asing dan debris yang diikuti dengan regenerasi atau reparasi jaringan.
 - b. *Natural cytotoxic cells*, yaitu beberapa populasi sel yang mempunyai toksisitas terhadap sel asing, namun sifatnya tidak terinduksi dan tidak spesifik.

D. Vaksin dan Vaksinasi

Vaksin adalah suatu antigen yang biasanya berasal dari suatu jasad patogen yang telah dilemahkan atau dimatikan, untuk meningkatkan ketahanan (kekebalan) ikan atau menimbulkan kekebalan aktif terhadap suatu penyakit tertentu. Vaksinasi merupakan salah satu upaya penanggulangan penyakit pada hewan (termasuk ikan) dengan cara pemberian vaksin ke dalam tubuh hewan agar memiliki ketahanan terhadap serangan penyakit. Menurut, Ellis (1988), salah satu tujuan

vaksinasi adalah untuk meningkatkan antibodi spesifik. Meningkatnya antibodi tidak saja akan meningkatkan kemampuan pertahanan humoral tetapi juga pertahanan seluler (*cell-mediated immunity*) sehingga hasil kerja masing-masing maupun hasil kerja antara pertahanan humoral dan seluler meningkat.

Prinsip dasar vaksinasi pada ikan adalah memasukkan antigen yang diperoleh dari patogen yang telah dihilangkan sifat patogenitasnya, dimatikan atau berupa ekstrak ke dalam tubuh ikan untuk merangsang sel-sel limfosit membentuk antibodi (Anonim, 2004). Salah satu tujuan vaksinasi adalah untuk memunculkan pertahanan spesifik terhadap suatu patogen tertentu. Sehingga ketika patogen tersebut menyerang maka tubuh akan merespon untuk mempertahankan diri dari serangan patogen tersebut. Respon pertahanan tubuh terhadap patogen tersebut akan berlangsung cukup lama karena tubuh memiliki memori terhadap patogen tersebut (Tizard, 1987).

1. Jenis-Jenis Vaksin

Secara umum vaksin dibedakan menjadi dua, yaitu vaksin yang dimatikan seperti vaksin inaktif dan ekstraknya, serta vaksin hidup yang hanya di ambil bagian penyebab penyakit atau virulennya (Ellis, 1988). Masing-masing vaksin tersebut mempunyai kelebihan dan kelemahan. Saat ini di bidang perikanan telah banyak jenis vaksin yang berkembang, diantaranya adalah vaksin polivalen *Vibrio* sp (Setyawan, 2006), vaksin *A. hydrophila* HydroVacTM (Tauhid, 2011), vaksin furunculosis *A. salmonicida* (Hastings dalam Ellis, 1988). Berdasarkan contoh tersebut umumnya vaksin yang digunakan adalah vaksin yang dimatikan, hal

tersebut dikarenakan vaksin inaktif lebih mudah dibuat dan lebih aman untuk diaplikasikan (Ellis, 1988).

Menurut Anonim (2004), jenis antigen yang dapat digunakan untuk vaksinasi diantaranya:

- a. Antigen O: berupa bakteri yang dilemahkan melalui pemanasan. Bagian membran hanya mengandung polisakarida (karbohidrat) karena bagian lipid telah hilang saat pemanasan.
- b. Antigen H: berupa bakteri yang telah dilemahkan dengan rendaman formalin sehingga sel mengalami pengkerutan karena kehilangan cairan sel.
- c. Supernatan, debris sel, dan lain-lain.

2. Metode Pemberian Vaksin

Metode pengaplikasian vaksin ada beberapa cara diantaranya adalah: suntik, oral, perendaman, dan penyemprotan dengan tekanan tinggi (Kordi dan Ghufuran, 2004). Metode suntik dilakukan dengan cara penyuntikan pada ikan di bagian Intra Peritonealnya (IP), sedangkan oral dilakukan dengan cara memasukkan vaksin dalam mulut ikan, selain itu cara oral dapat juga dilakukan dengan cara pencampuran vaksin dengan pakan dan lain – lain sehingga dimakan oleh ikan. Metode terakhir, yaitu perendaman dilakukan dengan menambahkan vaksin dalam wadah seperti baskom atau ember dengan pemberian aerasi kuat agar vaksin dapat terserap oleh ikan.

E. Parameter Hematologi Darah

Menurut Bastiawan dalam Alamanda *et al* (2007) pada ikan yang terserang penyakit terjadi perubahan pada nilai hematokrit, kadar hemoglobin, jumlah sel darah merah dan jumlah sel darah putih. Pemeriksaan darah (hematologis) dapat digunakan sebagai indikator tingkat keparahan suatu penyakit. Studi hematologis merupakan kriteria penting untuk diagnosis dan penentuan kesehatan ikan (Lestari dalam Alamanda *et al.*, 2007).

Darah yang mengalami perubahan fisik dan kimia, baik secara kualitatif maupun kuantitatif dapat menentukan kondisi ikan atau status kesehatannya. Wedemeyer *et al*, 1977 dalam Zainun (2007) menyatakan bahwa pemeriksaan darah penting untuk memastikan diagnosa suatu penyakit, yang dianggap dapat membuat penyimpangan anatomi, hematologis, dan sistem kebal ikan.

Leukosit merupakan salah satu komponen sel darah yang berfungsi sebagai pertahanan non-spesifik yang akan melokalisasi dan mengeliminasi patogen melalui fagositosis. Total leukosit merupakan salah satu indikasi adanya fase pertama infeksi, stress, ataupun leukemia Anderson, (1992); Alifuddin, (1999); Zainun, (2007).

Menurut Bastiawan *et al.*, (2001) dalam Alamanda *et al.*, (2007) monosit berfungsi sebagai fagosit terhadap benda-benda asing yang berperan sebagai agen penyakit. Limfosit berfungsi sebagai penghasil antibodi untuk kekebalan tubuh dari gangguan penyakit. Neutrofil berperan dalam respon kekebalan terhadap serangan organisme patogen dan mempunyai sifat fagositik. Neutrofil dalam

darah akan meningkat bila terjadi infeksi dan berperan sebagai pertahanan pertama dalam tubuh.

Eliminasi dan penghancuran patogen oleh leukosit dilakukan melalui mekanisme fagositosis oleh aktivitas fagositik sel makrofag. Meningkatnya aktivitas fagositosis menunjukkan adanya peningkatan kekebalan tubuh, sebagaimana diungkapkan Amrullah (2004) dan Zainun (2007), bahwa peningkatan kekebalan tubuh dapat diketahui dari peningkatan aktivitas sel fagosit dari hemosit. Sel fagosit ini berfungsi untuk melakukan fagositosis terhadap benda asing yang masuk ke dalam tubuh inang. Fagositosis adalah ingesti bahan partikel terutama bakteri ke dalam sitoplasma sel darah. Pola peningkatan persentase aktivitas fagositosis ini merupakan fungsi dari peningkatan total leukosit maupun persentase jenis leukosit masing-masing pada limfosit, monosit, dan neutrofil. Penghancuran kuman oleh fagositosis, terjadi dalam beberapa tingkat yaitu kemotaksis dimana sel-sel fagositosis mendekati mikroorganisme, kemudian menangkap, memakan (fagositosis), membunuh dan mencerna. Fagositosis merupakan langkah awal untuk mekanisme respon imunitas berikutnya yaitu terbentuknya respon spesifik yang berupa antibodi (Walczak, 1985 dalam Zainun, 2007).

Makrofag merupakan jaringan yang dibentuk oleh sel makrofag yang terdapat dalam darah, sebagai monosit dan didistribusikan secara luas keseluruh tubuh dalam sistem fagositik mononuclear. Makrofag berfungsi ganda, yaitu sebagai imunitas alamiah (nonspesifik fagositosis dan menghancurkan kuman pathogen) dan imunitas spesifik (pemrosesan dan persentasi antigen) (Darmono, 2007).

Hematokrit merupakan perbandingan antara volume sel darah dan plasma darah. Kadar hematokrit juga dapat menunjukkan kondisi kesehatan ikan. Nilai hematokrit ini berhubungan dengan jumlah sel darah merah. Terjadinya peningkatan nilai hematokrit berkaitan dengan meningkatnya jumlah eritrosit. Hematokrit menggambarkan proporsi besarnya jumlah sel eritrosit dalam darah ikan, dan jika dikaitkan dengan jumlah sel eritrosit maka nilai hematokrit juga dapat menggambarkan kondisi sel eritrosit. Nilai hematokrit ikan *teleostei* berkisar antara 20-30% dan untuk beberapa spesies laut bernilai sekitar 42%. Nilai hematokrit dapat menggambarkan naik dan turunnya eritrosit dan hemoglobin dalam darah. Menurunnya kadar hematokrit dapat dijadikan indikator rendahnya kandungan protein pakan, defisiensi vitamin atau ikan mendapat infeksi, sedangkan meningkatnya kadar hematokrit dan eritrosit menunjukkan bahwa ikan dalam keadaan stress (Klontz 1994; Johni *et al.*, 2003 dalam Syawal *et al.*, 2010).