

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L)

2.1.1. Klasifikasi dan Morfologi Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L)

Klasifikasi ikan mas menurut Khairuman, dkk (2008) adalah sebagai berikut:

Filum : Cordata

Kelas : Pisces

Ordo : Cypriniformes

Famili : Cyprinidae

Genus : *Cyprinus*

Spesies : *Cyprinus carpio* L



Gambar 2. Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L)
(Sumber: Santoso, 2011)

Tubuh ikan mas terbagi tiga bagian, yaitu kepala, badan, dan ekor (Gambar 2).

Memiliki mulut kecil yang membelah bagian depan kepala, sepasang mata,

sepasang lubang hidung terletak di bagian kepala, dan tutup insang terletak di bagian belakang kepala. Seluruh bagian tubuh ikan mas ditutupi dengan sisik yang besar, dan berjenis *cycloid* yaitu sisik halus yang berbentuk lingkaran. Ikan Mas memiliki lima buah sirip, yaitu sirip punggung yang terletak di bagian punggung (*dorsal fin*), sirip dada yang terletak di belakang tutup insang (*pectoral fin*), sirip perut yang terletak pada perut (*pelvic fin*), sirip dubur yang terletak di belakang dubur (*anal fin*) dan sirip ekor yang terletak di belakang tubuh dengan bentuk cagak (*caudal fin*) (Santoso, 2011).

Indonesia memiliki beberapa ras lokal ikan mas diantaranya ras Sinyonya, Cangkringan, Punten Majalaya, dan Taiwan. Ikan mas Punten memiliki sisik berwarna hijau gelap, potongan badan paling pendek, bagian punggung tinggi melebar, mata agak menonjol, gerakannya gesit, perbandingan antar panjang dan tinggi badan 2,3:1. Ikan mas Majalaya memiliki sisik berwarna hijau keabu-abuan dengan tepi sisik lebih gelap, punggung tinggi, badan relatif pendek, gerakan lamban, bila diberi pakan suka berenang di permukaan air, perbandingan panjang dengan tinggi badan 3,2:1. Ikan mas Cangkringan memiliki sisik berwarna kuning kemerahan, semua sirip berwarna merah, badan bulat memanjang, mata agak menonjol, perbandingan panjang dengan tinggi badan 2,87:1. Ikan mas Sinyonya memiliki sisik berwarna kuning muda, badan relatif panjang, matanya pada ikan muda tidak menonjol, sedangkan ikan dewasa bermata sipit, gerakan lamban, lebih suka berada di permukaan air, perbandingan panjang dengan tinggi badan 3,6:1. Ikan mas Taiwan memiliki sisik berwarna hijau kekuning-kuningan, badan relatif panjang, penampang punggung membulat, mata agak menonjol,

gerakan lebih gesit dan aktif, perbandingan panjang dengan tinggi badan 3,5:1 (Sutanmuda 2007 dalam Vonti, 2008).

2.1.2 Habitat Hidup Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L)

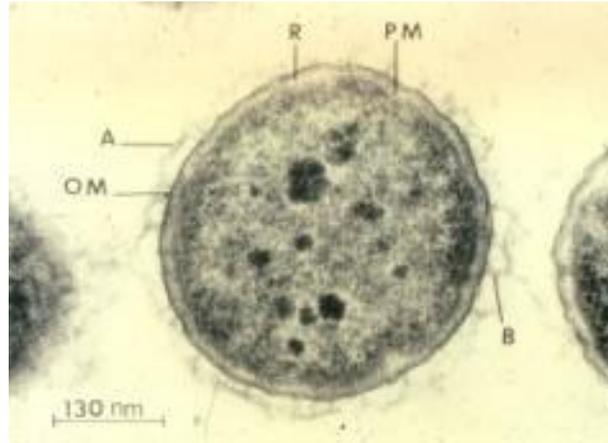
Ikan mas biasa hidup di perairan tawar yang airnya tidak terlalu dalam dan deras seperti di pinggiran sungai atau danau. Ikan mas dapat hidup baik di daerah dengan ketinggian 150-600 meter di atas permukaan air laut, pada suhu 25-30° C DO >3, salinitas 0 dan pH air antara 7-8 (Khairuman, dkk., 2008). Menurut Vonti (2008) Semakin tinggi suhu air, maka kandungan oksigen terlarut akan semakin sedikit. Sebaliknya jika suhu air semakin rendah maka kandungan oksigen terlarut akan semakin besar.

2.2 *Aeromonas salmonicida*

2.2.1 Klasifikasi dan Karakteristik

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

Superkingdom	: Bacteria
Phylum	: Proteobacteria
Class	: Gammaproteobacteria
Order	: Aeromonadales
Family	: Aeromonadaceae
Genus	: <i>Aeromonas</i>
Species	: <i>Aeromonas salmonicida</i>



Gambar 3. *Aeromonas 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*)
 (Gambar 3).

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 patogenesis 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 yang 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, berbentuk bulat (*circulair*) dengan permukaan cembung (*convex*), tidak motil, tidak membentuk spora, tidak membentuk kapsul, aerob, katalase positif, okidase positif, tidak menghasilkan *indol* dan *laktosa*, menghasilkan enzim galatinase, tampak seperti rantai berpasangan, berwarna putih (Anonim, 2007).

A. salmonicida tidak mampu bertahan lama di luar tubuh inang, Aktivitas optimal terjadi pada suhu 22-28⁰ C, sedangkan pada suhu 35⁰ C pertumbuhannya terhambat. Bakteri ini dapat dijumpai di lingkungan air tawar maupun air laut (Anonim, 2007).

2.2.2 Penyebaran *A. salmonicida*

Bakteri *A. salmonicida* merupakan penyebab penyakit infeksi yang biasa dikenal dengan nama penyakit *furunculosis*. Penyakit ini biasa menyerang ikan air laut khususnya ikan salmon, namun penyakit ini juga dapat menyerang ikan air tawar khususnya ikan mas dan dikenal dengan penyakit *carp erythrodermatitis*.

A. salmonicida banyak terdapat di daerah budidaya salmonid Amerika Serikat, Jepang, Eropa, Australia kecuali di Tasmania dan Selandia Baru. Sedangkan di Indonesia dijumpai di pulau Jawa, Sumatra, dan Kalimantan (Anonim, 2007).

Dalam hal strain *atypical*, sejumlah laporan menyebutkan insiden infeksi pada ikan-ikan *Cyprinid* seperti ikan mas (Irianto, 2005). Penularan *A. salmonicida* dapat terjadi karena telur yang terkontaminasi, kontak fisik antara ikan dan kolam air, atau masuknya ikan sakit ke dalam kolam (Cipriano and Bullock, 2001).

2.2.3 Patogenitas

Ciri-ciri ikan yang terserang bakteri *A. salmonicida* menunjukkan gejala warna tubuh berubah menjadi agak gelap, kemampuan berenang menurun, sirip menjadi geripis, ikan kehilangan nafsu makan, kulit melepuh, insang terlihat pucat keputih-putihan, mata ikan menjadi agak menonjol, dan terjadi pendarahan pada kulit dan insang (Gambar 4). Bila dibedah, maka organ-organ dalam seperti usus, ginjal, hati dan limpa akan terlihat mengalami pendarahan (Kordi dan Ghufran, 2004).



Gambar 4. Ikan Mas yang Terserang Bakteri *A. salmonicida*
(Sumber: Cipriano and Bullock, 2001)

2.3 Vaksinasi

2.3.1 Pengertian Vaksin dan Vaksinasi

Vaksin adalah suatu antigen yang biasanya berasal dari jasad patogen yang telah dilemahkan atau dimatikan yang berfungsi untuk meningkatkan kekebalan aktif terhadap suatu penyakit tertentu (Kordi dan Ghufran, 2004). Sedangkan Vaksinasi merupakan salah satu upaya pencegahan penyakit dengan cara pemberian vaksin ke dalam tubuh ikan (Soeripto, 2002).

Ciri-ciri vaksin yang baik yaitu vaksin harus efektif dalam merangsang sistem imun sehingga dapat mempertahankan tubuh dari serangan mikroorganisme patogen, vaksin juga harus stabil sehingga imunogenisitasnya tidak mudah berkurang, mudah didapat dengan harga yang terjangkau, memenuhi persyaratan kualitas mutu yang baik dan aman untuk digunakan (Radji, 2010).

2.3.2 Metode Pemberian Vaksin

Metode Pemberian vaksin biasanya melalui suntikan, *oral*, dan perendaman. Vaksinasi melalui perendaman merupakan cara yang praktis dan efisien karena dapat dipakai untuk ikan ukuran kecil (benih) dan dalam jumlah besar, tidak menimbulkan stres, dan pelaksanaannya cukup mudah. Vaksinasi melalui suntikan biasanya digunakan untuk ikan yang ukurannya besar. Vaksinasi melalui *oral* dapat diberikan dengan cara mencampur terlebih dahulu vaksin dengan bahan pengikat (*binder*), kemudian dilekatkan pada permukaan pelet atau dengan memasukkan vaksin dengan konsentrasi tertentu ke dalam mulut ikan (Kordi dan Ghufran, 2004).

2.3.3 Tipe-Tipe Vaksin

Vaksin terdiri dari dua macam, yaitu vaksin hidup (vaksin aktif) dan vaksin mati (vaksin inaktif). Vaksin hidup yaitu vaksin yang telah berisi mikroorganisme yang telah dilemahkan, sedangkan vaksin mati adalah vaksin yang berisi mikroorganisme yang telah dimatikan untuk merangsang agar tubuh memproduksi antibodi sendiri (Radji, 2010).

Beberapa keuntungan dari vaksin yang dilemahkan antara lain dapat meningkatkan respon imun untuk melindungi tubuh terhadap antigen, kekebalan tubuh dapat berlangsung lebih lama, dapat menimbulkan respon imun yang lebih cepat, biaya pembuatan vaksin lebih murah, dan vaksin lebih mudah digunakan dan didistribusikan. Sedangkan kelemahan vaksin yang dilemahkan antara lain dapat terjadi mutasi sehingga kembali menimbulkan virulen, terkadang tidak dapat berfungsi secara optimal pada daerah tropis, dan penyebaran vaksin yang tidak terstandarisasi dengan baik sehingga memungkinkan terjadinya mutasi (Radji, 2010).

Beberapa keuntungan dari vaksin yang dimatikan antara lain dapat memberikan respon imun *humoral* jika diberikan vaksinasi ulang (*booster*), dapat berfungsi optimal pada daerah tropis, dan tidak terjadi mutasi atau *reverse* yang akan menimbulkan virulen kembali pada ikan. Sedangkan kelemahan vaksin yang dimatikan antara lain vaksin terkadang tidak dapat merangsang kekebalan tubuh ikan, memerlukan pengulangan vaksinasi (*booster*), kurang efisien dalam meningkatkan respon imun lokal, dan biaya pembuatan vaksin yang mahal (Radji, 2010).

2.4 Adjuvant

Kata *adjuvant* berasal dari bahasa latin ‘*adjuvare*’ yang berarti membantu atau untuk meningkatkan. *Adjuvant* dikembangkan sekitar tahun 1920-an dengan menggunakan sejumlah zat termasuk bahan kimia, komponen mikroba dan protein mamalia untuk meningkatkan imunogenisitas (Rajput, dkk., 2007).

Menurut Hadie, dkk (2010) *Adjuvant* adalah substansi yang apabila ditambahkan ke dalam vaksin akan meningkatkan respon imun dan meningkatkan efektifitas vaksin serta dapat melipatgandakan produksi sel-sel imun yang terutama berperan dalam sistem kekebalan non spesifik. *Adjuvant* yang digunakan akan mempengaruhi keberhasilan vaksin, baik terhadap tingkat kekebalan yang dihasilkan maupun pengaruh langsung dari *adjuvant* tersebut terhadap kondisi ikan secara fisik. *Adjuvant* dapat memperlambat proses penghancuran antigen dalam tubuh serta merangsang pembentukan kekebalan, sehingga akan terjadi kontak lebih lama dengan *makrofag* dan *limfosit*. Hal ini meningkatkan kualitas respon imun dari kekebalan spesifik (antibodi) yang dihasilkan.

Adjuvant yang baik harus stabil, menimbulkan reaksi, dan *immunogenik*. Contoh *adjuvant* yang sering ditambahkan ke dalam vaksin sejak tahun 1926 adalah Alumunium potasium sulfat yang biasa disingkat dengan Alum dengan rumus kimia $KAl(SO_4)_2$ dan Alumunium hidroksida dengan rumus kimia $Al(OH)_3$ (dianjurkan oleh WHO). Ada pula jenis *adjuvant* lainnya, yaitu *Freud's Complete Adjuvant* (FCA) dan *Freud's Incomplete Adjuvant* (FIA)

Adjuvant jenis $Al(OH)_3$ berbentuk kristal amorf dengan permukaan yang luas. $Al(OH)_3$ ini akan berikatan dengan antigen, antigen akan dilepaskan secara perlahan-lahan seiring dengan adanya perubahan pH. *Adjuvant* ini dapat mengikat antigen melalui gaya elektrostatis. $Al(OH)_3$ merupakan jenis *adjuvant* yang cepat dibersihkan setelah disuntikkan dan dapat meningkatkan titer antibodi hingga 3-4 minggu setelah disuntikkan namun akan menurun setelahnya. Dengan penyuntikan ulang (*booster*) dapat memperpanjang respon antibodi (Stills, 2005).

Adjuvant jenis $KAl(SO_4)_2$ dan $Al(OH)_3$ merupakan bahan yang cukup baik dan banyak digunakan pada vaksin hewan maupun manusia (Singh, dkk., 2006).

Alasan utama menggunakan *adjuvant* dalam vaksin adalah untuk menghasilkan titer antibodi yang tinggi. Kedua jenis *freud adjuvant* baik FCA maupun FIA adalah *adjuvant* sangat efisien dalam meningkatkan titer antibodi (Stills, 2005). FCA mengandung bakteri *heat-killed Mycobacterium tuberculosis* yang disuspensikan dalam minyak mineral (Wiralis, 2008). Berbeda dengan FCA, FIA tidak mengandung *heat-killed* atau sel mikrobakteri yang telah mati (Stills, 2005). FCA merupakan *adjuvant* yang mengandung minyak pengemulsi dan mikobakteria sehingga bersifat sebagai *adjuvant* yang kuat dalam merangsang respon antibodi dalam waktu lama dengan cara melepaskan tetes-tetes emulsi secara perlahan dan merangsang fungsi *makrofag* (Baratawidjaja, 2006). FIA disusun oleh emulsifikasi antigen dalam minyak mineral. Pembentukan emulsi air dalam minyak yang stabil penting untuk efektivitas FIA sebagai *adjuvant*. FIA dan FCA merupakan emulsi *adjuvant* yang sangat stabil dan tidak akan terpisah menjadi minyak dan air selama penyimpanan dalam suhu dingin secara terus menerus.

FCA dan FIA memiliki 3 mekanisme yaitu menstabilkan antigen dengan memperlambat penghancurannya, transportasi antigen ke sel-sel efektor kekebalan tubuh, dan berinteraksi dengan antigen, *fagosit*, *makrofag*, dan sel dendritik (Stills, 2005).

Vaksin biasanya menggunakan patogen yang dilemahkan atau dimatikan organismenya namun selnya tetap utuh. Penambahan *Adjuvant* akan

meningkatkan kekuatan vaksin dan mengurangi jumlah antigen atau jumlah imunisasi yang digunakan. Dibandingkan dengan pemberian antigen tanpa *adjuvant*, pemberian antigen yang ditambahkan *adjuvant* memiliki tingkat titer antibodi yang lebih tinggi dan juga menghemat pemakaian dosis antigen sehingga akan mengurangi biaya (Rajput, dkk., 2007).

Fungsi *adjuvant* menurut Singh dan Hagan (2003) antara lain untuk meningkatkan imunogenisitas dari antigen; meningkatkan kecepatan dan durasi dari sistem kekebalan; merangsang imunitas sel; mempromosikan tanggapan antibodi pada permukaan mukosa; meningkatkan respon kekebalan pada imunologis individu (baik respon *seluler* dan *humoral*); mengurangi jumlah antigen yang diperlukan dalam vaksin yang efektif untuk memperoleh kekebalan respon atau memungkinkan untuk pengurangan jumlah dosis vaksin yang diperlukan dan membantu mengatasi persaingan antigen dalam vaksin.