

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Taksonomi dan Morfologi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

Ikan nila berasal dari Afrika bagian Timur. Ikan nila memiliki bentuk tubuh yang pipih ke arah vertikal (*compress*). Posisi mulut ikan nila terletak di ujung hidung (*terminal*) dan dapat disembulkan (Suyanto, 2003). Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada awalnya dimasukkan ke dalam jenis *Tilapia nilotica* atau ikan dari golongan tilapia yang tidak mengerami telurnya dan larva di dalam mulutnya.

Klasifikasi ikan nila (*Oreochromis niloticus*), menurut Saanin (1984), dalam Setiawan, (2012) adalah sebagai berikut :

Filum : Chordata
Subfilum : Vertebrata
Kelas : Osteichtyes
Subkelas : Acanthopterygii
Ordo : Percomorphi
Subordo : Percoidea
Famili : Cichlidae
Genus : *Oreochromis*
Spesies : *Oreochromis niloticus*



Gambar 1. Ikan nila jantan dan ikan nila betina
(Sumber:Sunyanto, 2003)

Ikan nila memiliki ciri morfologis yaitu berjari-jari keras, sirip perut torasik, letak mulut subterminal dan berbentuk meruncing. Selain itu, tanda lainnya yang dapat dilihat dari ikan nila adalah warna tubuhnya hitam dan

agak keputihan. Bagian tutup insang berwarna putih, sedangkan pada nila lokal putih agak kehitaman bahkan kuning. Sisik ikan nila berukuran besar, kasar dan tersusun rapi. Sepertiga sisik belakang ikan nila menutupi sisi bagian depan. Ikan nila mempunyai garis linea lateralis yang terputus antara bagian atas dan bawah. Linea lateralis bagian atas memanjang mulai dari tutup insang hingga belakang sirip punggung sampai pangkal sirip ekor (Suyanto, 2003).

Bentuk badan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pipih ke samping memanjang, mempunyai garis vertikal pada badan sebanyak 9–11 buah, sedangkan garis-garis pada sirip berwarna merah berjumlah 6–12 buah. Pada sirip punggung terdapat juga garis-garis miring. Mata kelihatan menonjol dan relatif besar dengan bagian tepi mata berwarna putih. Badan relatif lebih tebal dan kekar dibandingkan ikan mujair. Garis *lateralis* (gurat sisi di tengah tubuh) terputus dan dilanjutkan dengan garis yang terletak lebih bawah (Susanto, 2007).

2.2 Habitat ikan nila (*Oreochromis niloticus*)

Air merupakan media atau habitat yang paling vital bagi kehidupan ikan. Nila memiliki toleransi yang tinggi terhadap lingkungan hidupnya, sehingga bisa dipelihara di dataran rendah yang berair payau hingga di dataran tinggi yang berair tawar. Habitat hidup ikan ini cukup beragam, bisa hidup di sungai, danau, waduk, rawa, sawah, kolam, atau tambak. Nila dapat tumbuh secara normal pada kisaran suhu 14–38°C. Pertumbuhan nila biasanya akan terganggu jika suhu habitatnya lebih rendah dari 14°C atau pada suhu di atas 38°C. Nila akan mengalami kematian jika suhu habitatnya 6°C atau 42°C (Amri dan Khairuman, 2008).

Ikan nila umumnya hidup di perairan tawar, seperti sungai, danau, waduk, rawa, sawah dan saluran irigasi, tetapi toleransi yang luas terhadap salinitas sehingga ikan nila dapat hidup dan berkembang biak pada perairan payau dengan salinitas yang disukai antara 0–35‰. Ikan nila air tawar dapat dipindahkan ke air payau, dengan proses adaptasi yang bertahap ikan nila yang masih kecil 2–5 cm, lebih tahan terhadap perubahan lingkungan dari

pada ikan yang sudah besar. Pemandangan secara mendadak dapat menyebabkan ikan tersebut stress bahkan mati (Kordi, 2000).

Ikan nila mampu hidup pada suhu 14–38°C dengan suhu terbaik adalah 25–30°C dan dengan nilai pH air antara 6–8,5. Ikan nila mampu tumbuh pada salinitas atau kadar garam 0–29 ‰, sebagai kadar garam maksimal untuk tumbuh dengan baik. Ikan nila mampu hidup pada salinitas tinggi yaitu sampai 35‰ tetapi ikan tidak dapat tumbuh berkembang dengan baik (Suyanto, 2003).

2.3 Taksonomi *Cinnamomun burmanii*

Kingdom : *Plantae*

Super Devisi : *Spermatophyta*

Divisi : *Magnoliophyta*

Class : *Magnoliopsida*

Ordo : *Laurales*

Famili : *Lauraceae*

Genus : *Cinnamomum*

Spesies : *Cinnamomum burmanii*

(Rismundar dan Paimin, 2001)



Gambar 2. *Cinnamomum burmanii*

(Sumber:Dokumentasi Pribadi, 2017)

2.4 Morfologi Tanaman Kayu Manis (*Cinnamomum burmanni*)

Tanaman kayu manis memiliki tinggi antara 8-27 m dengan panjang daun antara 5-17 cm dan lebar daun 3-10 cm. Bunganya berkelamin dua atau bunga sempurna dengan warna kuning dan mempunyai ukuran kecil. Buahnya adalah buah buni, berbiji satu dan berdaging. Bentuknya bulat memanjang, buah muda berwarna hijau tua dan buah tua berwarna ungu tua warna daun hijau muda, dan pucuk berwarna merah muda. Kulit kayu manis mempunyai rasa pedas dan manis, berbau wangi, serta bersifat hangat. Beberapa bahan kimia yang terkandung di dalam kayu manis diantaranya minyak atsiri *eugenol*, *safrole*, *sinamaldehyde*, tannin, kalsium oksalat, damar dan zat penyamak (Hariana, 2007).

2.5 Ekologi dan Penyebaran Tanaman Kayu Manis (*C.burmanni*)

Rismunandar dan Paimin (2001) menjelaskan hanya empat jenis saja yang terkenal dalam dunia perdagangan ekspor maupun lokal, yaitu : *Cinnamomum burmanni*, *Cinnamomum zeylanicum*, *Cinnamomum cassia*, *Cinnamomum cullilawan*. *Cinnamomum burmanni* ini berasal dari Indonesia. Tanaman akan tumbuh baik pada ketinggian 600–1500 mdpl. Tanaman ini banyak dijumpai di Sumatera Barat, Sumatera Utara, Jambi, Bengkulu dengan tinggi tanaman dapat mencapai 15 m sementara *Cinnamomum zeylanicum* dalam dunia perdagangan dikenal dengan *Ceylon cinnamom* tanaman ini masih bisa dijumpai di habitat aslinya pulau Ceyllon (Srilanka), sangat cocok ditanam di dataran rendah sampai 500 mdpl. Tanaman mencapai tinggi 5–6 m dan bercabang *lateral*. Pemanenan dapat dilakukan umur tiga tahun, kulitnya berwarna abu–abu. Selain kulit, daun dan akarnya pun mengandung minyak atsiri sedangkan *Cinnamomum cassia* merupakan tanaman asli dari Birma dan diperbanyak di Cina selatan. Dalam dunia perdagangan tanaman ini dikenal Chinese cinnamom. Warna pucuknya bervariasi dari hijau muda sampai hijau kemerahan, tajuknya berbentuk piramida dan *Cinnamomum cullilawan* hanya dikenal di daerah Ambon dan pulau Seram (Maluku) dengan nama selakat atau selakar. Kayunya termasuk

kayu lunak dan berwarna putih sehingga kayunya tidak dapat dimanfaatkan sebagai kayu bangunan. Kulit batang dan akarnya mengandung minyak atsiri.

2.6 Komposisi Kimia Tanaman Kayu Manis (*Cinnamomum burmanni*)

Kayu manis (*Cinnamomum burmanni* Nees ex Bl.) merupakan rempah-rempah dalam bentuk kulit kayu yang biasa dimanfaatkan masyarakat Indonesia dalam kehidupan sehari-hari. Selain sebagai penambah cita rasa masakan tumbuhan kayu manis dikenal memiliki berbagai khasiat diantaranya sebagai anticacing, antidiare, mengobati demam, dan berperan sebagai antiseptik (Trubus, 2012: 355). Di dalam kayu manis (*Cinnamomum burmanni* Nees ex Bl.) terdapat kandungan senyawa kimia berupa *fenol*, *terpenoid* dan *saponin* yang merupakan sumber antioksidan (Selvi *et.al*, 2003:455).

Kayu manis *C. burmanni* termasuk ke dalam vamily *Lauraceae*. Bagian dari pohon kayu manis yang telah dimanfaatkan yaitu kulit batang dan daun. Kulit dan batang kayu manis juga dapat diolah menjadi minyak atsiri. Kulit kayu manis memiliki zat aktif seperti flavanoid, saponin, tanin dan alkanoid (Azima *et al.* 2004). Menurut Kumar *et al.* (2005), senyawa-senyawa kimia dari tumbuhan dapat meningkatkan aktivitas sistem imun seperti senyawa *flavonoid*, *fenolik*, *alkaloid* dan *terpenoid*.

Pernyataan ini didukung Safratilofa, (2015) berdasarkan hasil uji fitokimia senyawa yang terkandung dalam ekstrak daun kayu manis yaitu *saponin*, *tanin*, *flavonoid*, *fenolik*, *steroid* dan *glikosida*, senyawa – senyawa yang terdapat didalam ekstrak daun kayu manis diduga dapat menghambat pertumbuhan bakteri. Senyawa-senyawa tersebut memiliki sifat antibakteri dengan mekanisme yang berbeda-beda. Flavonoid dapat membentuk kompleks dengan protein ekstraseluler yang dapat merusak dinding sel bakteri yaitu terjadi kebocoran sehingga mengakibatkan keluarnya senyawa intraseluler (Cowan 1999). Saponin mempunyai kerja merusak membran plasma dari bakteri (Hopkins 1999). Tanin memiliki aktivitas antibakteri yang berhubungan dengan kemampuannya untuk menginaktifkan adhesin sel

mikroba juga menginaktifkan enzim dan mengganggu transpor protein pada pada lapisan dalam sel (Cowan 1999).

Thomas dan Duethi (2001) menerangkan bahwa tumbuhan kayu manis yang mengandung minyak *atsiri, eugenol, safrole, cinnamaldehyde, tannin, kalsium oksalat*, damar, zat penyamak, dimana *cinnamaldehyde* merupakan komponen yang terbesar yaitu sekitar 70%, senyawa ini mampu mengambat pertumbuhan bakteri *S. Iniae* dengan melakukan perusakan permukaan sel bakteri (Kim *et al.* 2004 *dalam* Safratilofa 2015); menghambat aktivitas enzim amino acid dekarboksilase; mengikat protein seluler sehingga tidak bekerja dengan baik (Wendakoon dan Sakaguchi 1995 *dalam* Safratilofa 2015). Komposisi *Cinnamamon burmanni* dapat dilihat pata tabel 1 sebagai berikut :

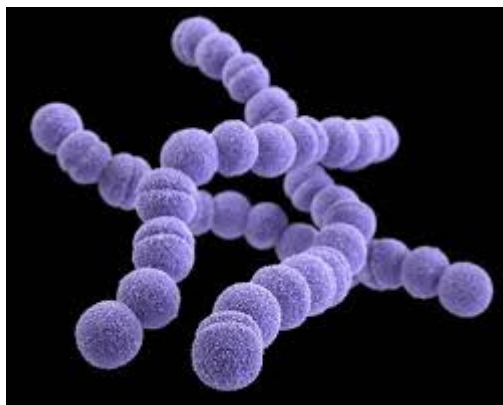
Tabel 1. Komposisi Kimia *Cinnamomun burmanni*

Parameter	Komposisi
Kadar air	7,90%
Minyak atsiri	2,40%
Alkhohol ekstrak	8,2-8,5%
Abu	3,55%
Serat Kasar	20.30%
Karbohidrat	59,55%
Lemak	2,20%

Sumber: Thomas and Duethi (2001)

2.7 Klasifikasi *Streptococcus sp.*

Kingdom	: Bacteria
Filum	: Firmicutes
Kelas	: Bacilli
Ordo	: Lactobacillales
Family	: Streptococcaceae
Genus	: <i>Streptococcus</i>
Spesies	: <i>Streptococcus sp.</i>



Gambar 3. *Streptococcus sp*
(Sumber: www.cdc.gov,2017)

2.8 Morfologi *Streptococcus sp.*

Streptococcus berbentuk bulat atau oval, memanjang seperti rantai, bersifat gram positif, tidak bergerak, tidak membentuk spora atau kapsul dan bersifat fakultatif aerob. Diameter bakteri berukuran 0,7-1,4 μ m. Bakteri ini dapat hidup di air tawar dan air laut dengan kisaran suhu baginpertumbuhannya antara 10-45°C (Karantina, 2003).

Streptococcus adalah sel sferis, *coccus* tunggal berbentuk batang atau *ovoid* dan tersusun seperti rantai. *Coccus* membelah pada bidang yang tegak lurus sumbu panjang rantai. Panjang rantai bervariasi dipengaruhi oleh factor lingkungan. *Streptococcus* merupakan bakteri gram positif, namun pada biakan yang lama dan bakteri yang mati *streptococcus* kehilangan gram positifnya dan terlihat seperti gram negatif. Hal ini dapat terjadi setelah inkubasi semalaman (Jawetz dkk, 2007).

Streptococcus agalactiae dapat menyebabkan *neonatal meningitis* pada manusia dan *mastitis* pada beberapa hewan terrestrial misalnya pada sapi (Lindahl, *et al.* 2005). *S. agalactiae* tergolong ke dalam grup GBS (Group B Streptococcal) yang dapat menyebabkan kematian yang besar pada ikan budidaya dan ikan di perairan umum, diantaranya ikan Striped bass (*Morone saxatilis*) (Baya, *et al.* 1990) dan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Streptococcus agalactiae* biasanya menyerang bagian otak, mata dan organ lain yang umumnya mengandung cairan (Evans, *et al.* 2002). Berdasarkan hasil pengujian oleh Evans, *et al.* (2002), *S. agalactiae* termasuk dalam

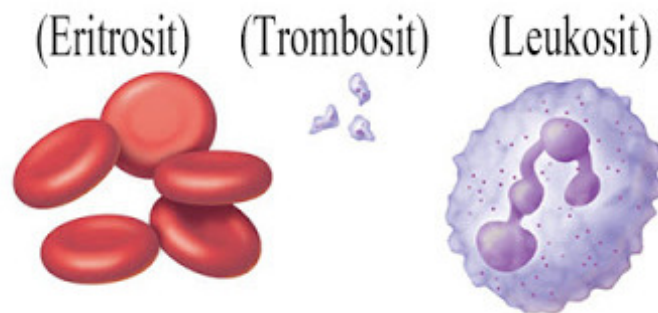
bakteri gram positif, oksidase negatif, katalase negatif, isolat menunjukkan hasil positif pada reaksi *leucine aminopeptidase*, *arginin deaminase* dan *trehalose*. Negatif pada tes reaksi β -galactosidase, β -glucuronidase, *N-acetyl- β -glucosaminidase*, β -mannosidase, *glycyl-tryptophane arylamidase*, *sorbitol*, *L-arabinosa*, *D-arabitol*, *glycogen*, *melezitos* dan *hidrolisis amilum*. Serangan penyakit yang disebabkan oleh *S.agalactiae* dapat memberikan efek kronis dan akut tergantung pada tingkat serangan. Serangan pada tingkat kronis ditandai dengan adanya luka di permukaan tubuh, bercak-bercak merah pada sirip, berenang lambat dan nafsu makan ikan menjadi menurun. Sedangkan serangan akut menyebabkan kematian yang diduga karena ikan kehilangan cairan pada saluran pencernaan bagian belakang. Sebelum mengalami kematian, ikan menunjukkan gejala klinis berenang lemah dan berada di dasar akuarium, respon terhadap pakan lemah, berenang *whirling* (menggelepar), tubuh membentuk huruf "C", perubahan pada warna tubuh, dan bukaan operkulum lebih cepat (Evans, *et al.* 2006).

2.9 Sistem Hematologi Ikan

Darah sangat penting bagi kehidupan makhluk yang mempunyai banyak sel, disebabkan oleh perannya untuk transport oksigen, air, elektrolit, zat makanan dan hormon-hormon ke setiap sel, juga transport hasil atau sisa metabolisme ke organ-organ pembuangan. Pembentukan sel darah merah (*eritropoiesis*) merupakan suatu pengaturan umpan balik karena pembentukan ini dihambat oleh kenaikan jumlah sel darah merah dalam sirkulasi yang mencapai nilai diatas normal, dan distimulasi oleh anemia (Ganong, 2000).

Indikator parameter nilai hematologi yang memperlihatkan perubahan pada darah, meliputi: *hemoglobin*, *hematokrit*, *trombosit*, jumlah sel darah merah dan jumlah sel darah putih. Sel darah merah, sel darah putih dan *platelet/thrombosit* merupakan bagian dari elemen darah, sedangkan berbagai faktor *koagulasi/zat pembekuan* serta *immunoglobulin* adalah unsur penting dari protein plasma total. Fungsi utama sel darah merah ialah mengikat haemoglobin untuk transpor oksigen, sedangkan sel darah putih peran utamanya ialah dalam pertahanan tubuh terhadap infeksi microbial.

Platelet/thrombosit dan protein koagulasi adalah penting untuk mempertahankan kondisi hemostasis, juga untuk mencegah kehilangan banyak darah akibat terjadinya luka bulu darah. Immunoglobulin merupakan unsur penting dari *humoran immune response* yang dibentuk untuk menghambat/mencegah hewan dari agen infeksi. Sedangkan protein-protein lain yang ada dalam darah mempunyai peranan biologis yang bervariasi yaitu mempertahankan kesehatan tubuh. Berbagai faktor mungkin akan mempengaruhi data nilai normal darah dari berbagai spesies hewan.



Gambar 4 *Leukosit dan Eritrosit*
(Sumber: www.biomagz.com,2015)

2.9.1 Hematokrit

Parameter yang digunakan dalam pengukuran volume sel darah merah adalah hematokrit, yakni persentase volume sel darah merah di dalam darah atau merupakan perbandingan antara volume sel darah merah dengan plasma darah (Bond, 1979) *dalam* Safratilofa (2015). Kadar hematokrit dalam darah ikan dapat digunakan untuk mendeteksi terjadinya anemia pada ikan. Apabila ikan terserang penyakit atau kehilangan nafsu makan karena sebab tertentu, maka kadar hematokrit akan menurun. Nilai kadar hematokrit tidak selalu tetap. Ikan memiliki kadar hematokrit berkisar antara 5-60% (Snieszko *et al.* 1960) *dalam* Alfabetian (2011). Apabila berada di bawah 30% menunjukkan defisiensi eritrosit (Bond 1973) *dalam* Alfabetian (2011).

Kadar hematokrit berguna untuk menentukan apakah ikan dalam kondisi normal atau anemia, karena nilainya berbeda-beda pada setiap status kesehatan ikan. Menurunnya kadar hematokrit dapat dijadikan petunjuk

mengenai rendahnya kandungan protein pakan, defisiensi vitamin atau ikan mendapat infeksi, sedangkan meningkatnya kadar hematokrit menunjukkan ikan ada dalam keadaan stress (Wedemeyer dan Yasutake 1977 *dalam*; Anderson dan Siwiki 1993) *dalam* Alfabetian (2011).

2.9.2 Leukosit / Sel Darah Putih (SDP)

Sel darah putih (SDP, WBC, *Leukosit*) warnanya bening, bentuknya lebih besar dibandingkan dengan sel darah merah, tetapi jumlahnya lebih sedikit. Sel darah putih dibuat pada sumsum tulang dan berisi sebuah inti yang berbelah banyak dan protoplasmanya berbulir karena itu disebut sel berbulir granulosit (Irianto, 2005 *dalam* Pearce, 2006).

Jumlah total SDP dan diferensiasinya merupakan bantuan hematologi yang berguna untuk evaluasi respon inang terhadap infeksi mikroba untuk diagnosis leukemia. Dalam evaluasi sebuah leukogram, diketahui bahwa tidak hanya total SDP dan diferensiasinya, tetapi untuk menetapkan adanya perubahan morfologi SDP maka informasi tentang komponen darah lainnya harus ada. Juga protein plasma total dan konsentrasi fibrinogen, parameter darah merah (HCT, HB,SDM) dan SDM berinti serta jumlah retikulosit secara tak langsung membantu dalam interpretasi leukogram. Jumlah total leukosit bervariasi antar spesies hewan dan hal ini dipengaruhi oleh umur hewan. Saat hewan lahir jumlahnya lebih tinggi, kemudian secara bertahap menurun sampai nilai dewasa yaitu pada umur 2 - 12 bulan. Meningkatnya jumlah leukosit disebut leukositosis sedangkan penurunan disebut leucopenia. Leukositosis lebih umum daripada leucopenia dan tidak merupakan hal yang serius, bahkan mungkin bisa fisiologis. Leukositosis yang fisiologis mungkin terjadi sebagai reaksi "*epinephrine*" dimana neutrofil dan limfosit dimobilisasi ke dalam sirkulasi umum sehingga menaikkan jumlah total SDP. Hal ini sering terjadi pada hewan muda dan biasanya akibat stress, juga adanya gangguan fisik sehingga leukositosis ini bias terjadi dalam keadaan sehat ataupun sakit dan biasa bersifat fisiologis maupun patologis. Sedangkan leucopenia umumnya berhubungan dengan infeksi bakterial atau viral (Aliambar, 2002)

2.9.3 Imunologi Ikan

Sistem pertahanan tubuh terbagi atas pertahanan non spesifik dan pertahanan spesifik (Baratawidjaya, 2006). Pertahanan tubuh non spesifik merupakan pertahanan tubuh terdepan dalam menghadapi serangan berbagai mikroorganisme, yang dapat memberikan respon langsung terhadap antigen. Pertahanan non spesifik meliputi pertahanan fisik dan kimiawi seperti epitel dan substansi pada permukaan tubuh. Mekanisme pertahanan non spesifik pada tubuh adalah mucus, kulit, insang dan sel gastrointestinal (Nurcahyo, 2001). Mucus memiliki kemampuan menghambat kolonisasi mikroorganisme pada kulit, insang dan mukosa. Mucus ikan mengandung immunoglobulin alami dan bukan sebagai respon dari pemaparan antigen. Sisik dan kulit berperan dalam melindungi ikan dari luka dan berperan penting dalam mengendalikan osmolaritas tubuh (Irianto, 2005). Insang memiliki kemampuan menyaring dan menahan sekitar 80-90% mikroorganisme yang berhasil memasuki sistem pernapasan secara langsung (Nurcahyo, 2001).

Menurut Kamiso (2001), sistem pertahanan spesifik membutuhkan waktu untuk mengenal antigen terlebih dahulu sebelum meresponnya. Spesifik berarti hanya dapat menghancurkan benda asing yang sudah dikenal sebelumnya. Benda asing pertama, segera dikenali kemudian terjadi sensitasi system pertahanan tubuh. Benda asing kedua, akan dikenal lebih cepat kemudian dihancurkan. System pertahanan spesifik disebut juga system pertahanan ketiga dimana yang berperan adalah antibodi. Mekanisme pertahanan spesifik berfungsi untuk menetralkan infeksi virus, aktivasi komplemen dan opsonisasi partikel (Nurcahyo, 2001).

Ikan juga memiliki sistem kekebalan yang berfungsi mencegah infeksi mikroorganisme, seperti halnya pada mamalia. Pada ikan terdapat populasi sel B dan sel T yang sangat berperan dalam respon imunitas baik seluler maupun humoral [Alifudin, 2001], dimana respon seluler adalah respon yang bersifat non spesifik yang dilakukan oleh *cell mediated immunity*, sedangkan respon humoral bersifat spesifik yang dilakukan oleh substansi

dan dikenal sebagai antibodi atau immunoglobulin (Anderson 1974; dalam La Paturusi La Sennung 2012).

Menurut Tizard (1982) *dalam* La Paturusi La Sennung (2012), proses terbentuknya antibodi spesifik terjadi karena adanya antigen penginfeksi. Jika antigen disuntikkan maka akan terbentuk *antibody* yang dapat bereaksi dengan antigen tersebut. *Antibody* biasanya hanya berikatan dengan antigen yang merangsang pembentukannya. Menurut Yahya (2002), bahwa *antibody* memiliki 3 fungsi, yaitu menetralkan toksin agar tidak bersifat toksik, mengikatkan diri kepada sel-sel musuh, yaitu antigen serta fungsi terakhir yaitu membusukkan biologi antigen lalu menghancurkannya. Antibody akan terbentuk jika sel limfosit (sel B) telah berfungsi dengan baik.

Mekanisme terbentuknya antibodi spesifik karena rangsangan antigen, dimulai dari masuknya antigen ke dalam tubuh ikan, kemudian difagositosis (dimakan) oleh makrofag. Fagositosis merupakan salah satu elemen paling penting dalam sistem kekebalan. Proses ini memberi perlindungan segera dan efektif terhadap infeksi. Mekanisme pertahanan tubuh terdiri atas tiga tahapan yaitu 1) pengenalan musuh yang dihadapi yaitu antigen (mikroorganisme), bias berupa bakteri atau virus, 2) penghancuran antigen oleh sistem pertahanan, 3) kembali ke keadaan normal (Roth, 1988 *dalam* La Paturusi La Sennung, 2012).

Respon imun pada ikan terdiri dari respon imun non spesifik dan spesifik. Sistem imun nonspesifik jumlahnya dapat meningkat karena infeksi. Sistem imun nonspesifik merupakan pertahanan terdepan dalam menghadapi serangan berbagai mikroba dan dapat memberikan respon langsung. Sistem imun nonspesifik resistensinya tidak mengalami perubahan untuk setiap infeksi yang menyerang. Sistem pertahanan spesifik dan nonspesifik pada ikan terdiri dari pertahanan seluler dan humoral. Berbagai bahan dalam sirkulasi seperti komplemen, interferon, CRP dan kolektin berperan dalam pertahanan nonspesifik humoral. Sedangkan fagosit, makrofag dan sel NK berperan dalam sistem imun nonspesifik seluler (Baratawidjaja, 2006).