

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 *Holothuria scabra*

#### 2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi

Menurut Wibowo *et al.* (1997) dan Martoyo *et al.* (2004) dalam Aras (2013), klasifikasi teripang *Holothuria scabra* (Gambar 1) :

|         |                            |
|---------|----------------------------|
| Kingdom | : Animalia                 |
| Phylum  | : Echinodermata            |
| Class   | : Holothuridea             |
| Order   | : Aspidochirotida          |
| Family  | : Holothuriidae            |
| Genus   | : <i>Holothuria</i>        |
| Species | : <i>Holothuria scabra</i> |

Teripang atau holothurians (*Holorhurioidea*, Echinodermata) merupakan salah satu kelompok biota laut yang spesifik dan mudah dikenal. Bentuk tubuh teripang secara umum adalah silindris, memanjang dari ujung mulut ke arah anus (*orally-aborally*). Mulut terletak di ujung anterior dan anus di ujung posterior. Seperti pada echinoderm umumnya, tubuh teripang adalah "pentamerous radial symmetry" dengan sumbu aksis mendatar (*horizontal*). Namun bentuk semitri tersebut termodifikasi oleh lempeng tegak (*dorsoventral plane*) nampak sebagai "bilateral symmetry". Seperti halnya Echinodermata lain, selain radial semitri tersebut, karakteristik lainnya adalah bentuk skeleton dan adanya sistem saluran air (*water-vascular system*) (Darsono, 1998).



**Gambar 1.** Teripang Pasir *H. scabra* (Aras, 2013)

### 2.1.2 Habitat dan Penyebaran

Pada umumnya teripang hidup sebagai bentik di tempat berpasir atau tempat yang agak lunak (pasir berlumpur). Teripang dapat ditemukan hampir di seluruh perairan pantai, mulai daerah pasang surut yang dangkal sampai perairan yang lebih dalam. Untuk hidupnya, teripang lebih menyukai perairan yang jernih dan airnya relatif tenang (Andari *et al.*, 1988). Hewan ini bergerak lamban di dasar perairan yang gelap, di bawah batu, di sela – sela lamun dan karang atau menguburkan diri di dalam pasir (Martoyo *et al.*, 2007 dalam Aras, 2013).

Teripang umumnya hidup berasosiasi dengan ekosistem terumbu karang dan lamun pada zona intertidal sampai kedalaman 20 m dengan dasar berpasir halus dengan tanaman pelindung seperti lamun, terlindung dari hempasan ombak, dan perairan yang kaya akan detritus. Di Indonesia, hewan ini banyak tersebar di daerah Riau, Lampung, Sulawesi, Nusa Tenggara Barat dan Timur, Maluku, dan Papua (Azis 1997 dalam Hana, 2011).

### 2.1.3 Manfaat dan Kegunaan

Teripang salah satu kelompok jenis biota laut sudah lama dikenal dan merupakan bahan pangan (Darsono, 1988). Dalam pada itu kelompok teripang ini diketahui mempunyai kandungan senyawa toksik yang dikenal sebagai "holothurin" (Chanley *et al.*, 1959, 1960; Fries *et al.*, 1959, 1960; Nigrelli & Jakowska, 1960). Di China, teripang telah dimanfaatkan sebagai pengobatan sejak jaman dinasti Ming (Anonim, 1991). Daging teripang berdaya obat untuk penyakit ginjal, "constipation", kurang darah (anaemia), kencing gula (diabetes) dan sebagainya. Organ dalam (viscera) diketahui sebagai berdaya obat untuk penyakit ayan (*epilepsy*) dan ususnya (*intestine*), berkhasiat untuk pencegahan luka (tukak) pada perut besar dan saluran pencernaan (*duodena*). Tulisan

berikut akan mengiktisarkan beberapa hal yang diketahui tentang substansi bioaktif padateripang tersebut (Darsono, 1993).

Salah satu biota laut yang berpotensi menghasilkan senyawa bioaktif yang dapat digunakan sebagai bahan baku obat-obatan adalah teripang. Menurut Matranga (2005) teripang sudah ratusan tahun digunakan sebagai obat - obatan di Cina yang diyakini mampu menyembuhkan berbagai jenis penyakit. Efek penyembuhan tersebut mungkin disebabkan senyawa bioaktif yang terdapat pada tubuh teripang seperti saponin (*triterpen glikosida*) (Dyck *et al.*, 2010 *dalam* Albuntana *et al.*, 2011).

#### 2.1.4 Bahan Aktif Teripang Pasir (*H. scabra*)

Teripang pasir (*H. scabra*) merupakan salah satu bahan alam yang kaya akan metabolit sekunder, diantaranya steroid, sapogenin, saponin, triterpenoid, glycosaminoglycan, lektin, alkaloid, fenol dan flavonoid. Berdasarkan kandungan senyawa bioaktif yang dimilikinya, *H. scabra* dapat digunakan sebagai antikoagulan dan antitrombotik, menurunkan kadar kolesterol dan lemak darah, antikanker dan antitumor, antibakteri, imunostimulan, antijamur, antivirus, antimalaria dan antirematik (Farouk *et al.*, 2007 *dalam* Nimah *et al.*, 2012).

Teripang menunjukkan bioaktivitas sebagai anti jamur, anti mikroba, sitotoksik dan imunomodulator. Imunomodulator adalah bahan-bahan yang dapat mengembalikan fungsi respons imun yang terganggu dari berbagai komponen sistem imun (*imunorestorasi*), memperbaiki dan memperkuat respons imun dengan menggunakan bahan yang merangsang sistem imun (*imunostimulant*) atau menekan respons imun yang fungsinya berlebihan (*imunopressi*) (Baratawidjaja, 2006 *dalam* Ahmad *et al.*, 2008).

Senyawa metabolit yang dominan dihasilkan teripang berupa saponin. Saponin merupakan senyawa glikosida kompleks yang kerangka dasarnya

berhubungan dengan struktur gugus glukosa dan triterpenoid. Apabila senyawa tersebut dihidrolisis akan menghasilkan suatu senyawa triterpenoid dan glikosida (gula) (Zhang *et al.*, 2006).

Saponin holothuroid merupakan glikosida triterpen yang dihasilkan dari proses metabolisme sekunder dari proses pengikatan selektif oleh sel membran sterol. Dalam spesies *Holothuria*, glikosida triterpen digunakan untuk pertahanan terhadap predator, antimikrobal, dan meracuni invertebrata dan alga (Dyck, *et al.*, 2011).

## 2.2 Ekstraksi Teripang Pasir (*H. scabra*)

### 2.2.1 Ekstraksi

Ekstraksi adalah suatu proses penarikan kandungan senyawa kimia dari simplisia nabati atau simplisia hewani menggunakan pelarut yang sesuai, kemudian semua atau hampir semua pelarut diuapkan dengan menggunakan alat yang sesuai (Febriansyah, 2009).

#### a) Ekstraksi secara dingin

- **Metode Maserasi:** Maserasi adalah proses pengestrakan simplisia dengan menggunakan pelarut dengan beberapa kali pengocokan atau pengadukan pada temperatur ruangan (kamar). Secara teknologi termasuk ekstraksi dengan prinsip metode pencapaian konsentrasi pada keseimbangan. Maserasi kinetik berarti dilakukan pengadukan yang kontinu (terus menerus). Remaserasi berarti dilakukan pengulangan penambahan pelarut setelah dilakukan penyaringan maserat pertama dan seterusnya.
- **Metode perkolasi:** Perkolasi adalah ekstraksi dengan pelarut yang selalu baru sampai sempurna (*exhaustive extraction*) yang umumnya dilakukan

pada temperatur ruang. Prosesnya terdiri dari tahapan pengembangan bahan, tahap maserasi antara, tahap perkolasi sebenarnya (penetasan / penampungan ekstrak), terus menerus sampai diperoleh ekstrak (perkolat) yang jumlahnya 1 – 5 kali bahan.

#### b) Ekstraksi secara panas

- **Metode refluks** : Refluks adalah ekstraksi dengan pelarut pada temperatur titik didihnya, selama waktu tertentu dan jumlah pelarut terbatas yang relatif konstan dengan adanya pendingin balik. Umumnya dilakukan pengulangan proses pada residu pertama sampai 3 – 5 kali sehingga dapat termasuk proses ekstraksi sempurna.
- **Metode destilasi uap** : Destilasi uap adalah ekstraksi senyawa kandungan menguap (minyak atsiri) dari bahan (segar atau simplisia) dengan uap air berdasarkan peristiwa tekanan parsial senyawa kandungan menguap dengan fase uap air dari ketel secara kontinyu sampai sempurna dan diakhiri dengan kondensasi fase uap campuran (senyawa kandungan menguap ikut terdestilasi) menjadi destilat air bersama senyawa kandungan yang memisah sempurna atau memisah sebagian.

#### 2.2.2 Fraksinasi Ekstrak Teripang Pasir (*H. scabra*)

Menurut Zhang *et al.* (2006) dalam Aras (2013) senyawa metabolit yang dominan dihasilkan teripang berupa saponin. Saponin merupakan senyawa glikosida kompleks yang kerangka dasarnya berhubungan dengan struktur gugus glukosa dan triterpenoid. Apabila senyawa tersebut dihidrolisis akan menghasilkan suatu senyawa triterpenoid dan glikosida (gula).

Saponin memproduksi cytokines seperti interleukin dan interferons yang berperan dalam efek imunostimulan. Interleukin dan interferons akan bereaksi dengan antigen (benda-benda asing) yang masuk ke dalam tubuh. Saponin dalam jumlah normal berperan sebagai immunostimulator, sedangkan dalam jumlah yang melebihi batas normal saponin akan berperan sebagai immunosupresor (zat yang menekan/menurunkan sistem imun) (Kurnianingtyaset *al.*, 2013).

### 2.3 Biologi Ikan Patin (*Pangasius sp.*)

#### 2.3.1 Klasifikasi dan Morfologi

Ikan patin (Gambar. 2) dulunya adalah nama lokal untuk ikan asli Indonesia yang memiliki nama ilmiah *Pangasius pangasius*. Namun, saat ini nama patin secara umum dipakai untuk memberi nama sebagian besar ikan keluarga Pangasidae. Untuk *Pangasius sutchi* diberi nama patin siam dan untuk *Pangasius djambal* di beri nama patin djambal. Bleeker (1846) dalam Yuliarti (2011) mengklasifikasikan ikan patin djambal sebagai berikut :

|                 |                            |
|-----------------|----------------------------|
| Domain          | : Eukaryota                |
| Kingdom         | : Animalia                 |
| Subkingdom      | : Bilateria                |
| Phylum          | : Chordata                 |
| Subphylum       | : Vertebrata               |
| Infraphylum     | : Gnathostomata            |
| Superclass      | : Osteichthyes             |
| Class           | : Osteichthyes             |
| Subclass        | : Actinopterygii           |
| Order           | : Siluriformes             |
| Family          | : Pangasiidae              |
| Genus           | : Pangasius                |
| Specific name   | : djambal                  |
| Scientific name | : <i>Pangasius djambal</i> |



**Gambar 2.** Ikan Patin (*Pangasius* sp.) (Yuliarti, 2011)

Ikan patin memiliki badan memanjang berwarna putih seperti perak dengan punggung berwarna kebiru-biruan. Panjang tubuhnya bisa mencapai 120 cm, suatu ukuran yang cukup besar untuk ukuran ikan air tawar domestik. Kepala patin relatif kecil dengan mulut terletak diujung kepala agak disebelah bawah. Hal ini merupakan ciri khas golongan catfish. Pada sudut mulutnya terdapat duapasang kumis pendek yang berfungsi sebagai peraba (Amri, 2007).

Sirip punggung memiliki sebuah jari – jari keras yang berubah menjadi patil yang bergerigi dan lebar di sebelah belakangnya. Sementara itu, jari – jari lunak sirip punggung terdapat enam atau tujuh buah. Pada punggungnya terdapat sirip lemak yang berukuran kecil sekali. Adapun sirip ekornya membentuk cagak dan bentuknya simetris, ikan patin tidak memiliki sisik. Sirip duburnya panjang, terdiri dari 30 – 33 jari – jari lunak, sedangkan sirip perutnya memiliki enam jari – jari lunak. Sirip dada memiliki 12 – 13 jari – jari lunak dan sebuah jari – jari keras yang berubah menjadi senjata yang dikenal sebagai patil (Susanto dan Amri, 1997).

### **2.3.2 Habitat dan Daerah Penyebaran**

Ikan patin termasuk ikan dasar. Hal ini bisa dilihat dari bentuk mulutnya yang agak kebawah. Habitatnya di sungai – sungai besar dan muara – muara sungai. Selain itu, pati suka bersembunyi di dalam liang – liang di tepi sungai habitat hidupnya (Susanto dan Amri, 1997). Patin hidup dan berkembang dengan

baik di daratan rendah sampai sedang yang beriklim panas dengan ketinggian tempat 1 – 400 m di atas permukaan laut (dpl). Patin akan tumbuh baik pada suhu 25 – 30°C, pH 6,5 – 8,5, oksigen terlarut 3 – 7 mg/l dan kecerahan 30 – 40 cm (Mahyudin, 2010).

Di alam, penyebaran geografis patin jambal cukup luas, yakni hampir di seluruh wilayah Indonesia. Selain itu, secara alami ikan ini banyak ditemukan di sungai – sungai besar di Sumatra, seperti sungai Way Rarem, Musi, Batanghari, dan Indragiri. Sungai – sungai besar lainnya di Jawa, seperti Sungai Brantas dan Bengawan Solo juga ditemukan ikan patin. Bahkan keluarga dekat lele ini juga dijumpai di sungai – sungai besar di Kalimantan, seperti Sungai Kayan, Berau, Mahakam, Barito, Kahayan, dan Kapuas (Khairuman, 2007).

### 2.3.3 Makanan dan Kebiasaan Makan

Ikan patin mempunyai sifat yang termasuk omnivora atau golongan ikan pemakan segala. Malam hari ia akan keluar dari lubangnya dan mencari makanan renik yang terdiri atas cacing, serangga, udang sungai, jenis-jenis siput dan biji-bijian. Dari sifat makannya ikan ini juga tergolong ikan yang sangat rakus karena jumlah makannya yang besar. Sedangkan untuk larva ikan patin yang dipelihara pada kolam – kolam maupun akuarium dapat diberikan makanan alami seperti artemia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya (Maswira, 2009 dalam Yuliarti, 2011).

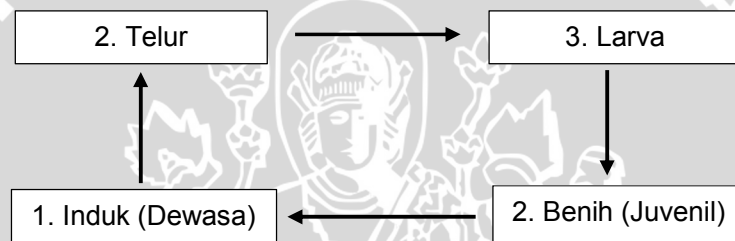
Menurut Khairuman (2007), seperti ikan patin lainnya pada umumnya, patin jambal juga termasuk pemakan segala (omnivora). Khusus dalam kolam pemeliharaan, larva dapat diberi pakan berupa pakan alami (zooplankton), seperti *Artemia* sp. (artemia), *Moina* sp. (moina), dan *Daphnia* sp. (daphnia). Bahkan bisa saja langsung diberikan pakan buatan.



### 2.3.4 Perkembangbiakan

Ikan yang ukuran tubuhnya kecil dan masa hidupnya singkat, akan mencapai dewasa kelamin pada umur yang lebih muda, jika dibandingkan dengan spesies ikan yang lebih besar dan umurnya yang lebih panjang (Lagler *et al.*, 1977 dalam Siregar, 2004).

Ikan patin dalam menjalani hidupnya mengalami perkembangan atau fase yang akan dijalannya selama beberapa waktu sampai akhirnya dapat dikonsumsi ataupun dijadikan induk untuk menghasilkan benih – benih yang berkualitas. Menurut Amri (2007) Ikan patin memiliki fase kehidupan yaitu telur, larva, benih (juvenil), dan induk (dewasa) (Gambar 3).



**Gambar 3.** Bagan Daur Hidup Ikan Patin (*Pangasius* sp.) (Amri, 2007)

### 2.4 Penyakit

Penyakit adalah terganggunya kesehatan ikan yang diakibatkan oleh berbagai sebab yang dapat mematikan ikan. Secara garis besar penyakit yang menyerang ikan dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu penyakit infeksi (penyakit menular) dan non infeksi (penyakit tidak menular). Penyakit menular adalah penyakit yang timbul disebabkan oleh masuknya makhluk lain kedalam tubuh ikan, baik pada bagian tubuh dalam maupun bagian tubuh luar. Makhluk tersebut antara lain adalah virus, bakteri, jamur dan parasit. Penyakit tidak menular adalah penyakit yang disebabkan antar lain oleh keracunan makanan,

kekurangan makanan atau kelebihan makanan dan mutu air yang buruk (Gurisna, 2008).

Menurut Khairuman (2007), umumnya penyakit karena patogen berupa penyakit infeksi yang disebabkan oleh gangguan organisme seperti parasit, bakteri, atau jamur yang bersifat menular. Beberapa jenis penyakit patogen ikan patin adalah sebagai berikut. Penyakit parasit yang sering menyerang adalah bintik putih atau white spot, parasit lain yang juga menyerang patin adalah cacing tanpa segmen (Monogenean : *Thaparocleidus*). Penyakit bakteri yang bisa menyerang ikan patin adalah *Aeromonassp.* dan *Pseudomonas sp.* Selain parasit dan bakteri, infeksi jamur juga bisa menimbulkan penyakit. Munculnya jamur dipicu adanya luka – luka di bagian badan ikan.

## 2.5 Mortalitas

Menurut Gurisna (2008) menyatakan bahwa, cara kematian ikan dikolam budidaya dapat dikelompokkan menjadi beberapa yaitu :

a. Kematian ikan di kolam budidaya terjadi secara tiba-tiba dengan ciri-cirinya adalah :

- Ikan yang berukuran besar mati lebih dulu
- Ikan yang belum mati ada dipermukaan kolam atau disaluran air masuk
- Ikan-ikan yang mati terjadi pada dini hari
- Air kolam berubah warna dan menyebarkan bau busuk
- Tanaman air pada mati

Hal ini penyebabnya adalah : kekurangan oksigen di kolam budidaya

b. Kematian ikan yang terjadi secara tiba-tiba dan kejadiannya tidak selalu pada pagi hari tetapi terjadi kapan saja dengan ciricirinya adalah :

- Ikan yang kecil mati terlebih dahulu

- Hewan air lainnya mati seperti kodok, siput
- Ikan berenang saling bertabrakan

Hal ini salah satu penyebabnya adalah : keracunan

c. Kematian ikan yang terjadi secara berurutan pada waktu yang cukup lama.

Penyebabnya adalah parasit

d. Kematian ikan yang terjadi dengan kecepatan kematian pada awal. Jumlah ikan yang mati sedikit, kemudian banyak dan jarak antara kematian berselang sedikit. Penyebabnya adalah : virus dan bakteri.

e. Kematian ikan yang terjadi secara berurutan dengan kecepatan kematian ikan sedikit, sampai mencapai puncak dengan jumlah kematian yang tetap. Penyebabnya adalah masalah makanan (Gurisna, 2008).

Kematian yang ditimbulkan oleh penyakit ikan sangat tergantung pada jenis penyakit ikan yang menyerang, kondisi ikan dan kondisi lingkungan. Apabila kondisi lingkungan menurun maka kematian yang diakibatkan oleh penyakit sangat tinggi, tapi sebaliknya apabila kondisi lingkungan baik maka kematian akibat infeksi suatu penyakit lebih rendah. Tinggi rendahnya kematian akibat infeksi suatu penyakit juga tergantung pada kondisi immunitas ikan. Penyakit yang terjadi pada kondisi ikan sedang sehat tidak akan mengakibatkan kematian yang tinggi, dan sebaliknya akan mengakibatkan kematian yang tinggi apabila kondisi ikan kurang sehat (Supriyadi, 2007).

## 2.6 Bakteri *Aeromonas hydrophila*

### 2.6.1 Klasifikasi dan Morfologi

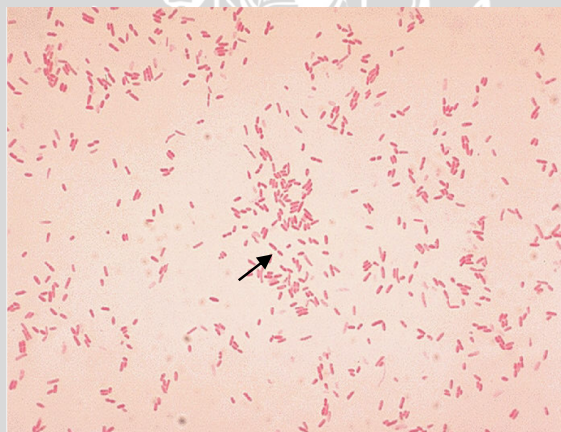
Bakteri *A. hydrophila* menurut Buchanan dan Gibsons (1974), diklasifikasikan sebagai berikut :

Filum : Protophyta

Klas : Schizomyecetes

|          |                               |
|----------|-------------------------------|
| Ordo     | : Pseudomonodale              |
| Sub Ordo | : Pseudomoneae                |
| Family   | : Vibrionaceae                |
| Genus    | : <i>Aeromonas</i>            |
| Spesies  | : <i>Aeromonas hydrophila</i> |

Secara morfologis bakteri ini berbentuk batang pendek dengan ukuran 1,0-1,5  $\mu\text{m}$  dan lebar 15,7-15,8  $\mu\text{m}$ , termasuk bakteri gram negatif, bersifat motil, bergerak dengan satu polar flagella, oksidatif fermentatif, termasuk bakteri fakultatif anaerobik dan merupakan bakteri penyebab penyakit *Haemorrhagic septicaemia* yaitu bakteri yang merusak jaringan dan organ pembuat sel darah. Suhu optimum untuk pertumbuhannya adalah 37°C (Kabata, 1985). Berikut merupakan gambar bakteri *A. hydrophila* ditunjukkan pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Bakteri *A. hydrophila* ( ↗ ) perbesaran 400X (Anonymous 2012).

### 2.6.2 Pertumbuhan dan Perkembangbiakan

Bakteri *A. hydrophila* tidak dapat hidup lama tanpa inangnya, suhu optimal bagi pertumbuhannya 22 - 28°C, pada suhu 35°C pertumbuhannya terhambat. Genus *Aeromonas* mempunyai habitat di lingkungan perairan tawar, keberadaan *A. hydrophila* erat hubungannya dengan jumlah kandungan bahan organik di perairan atau sedimen dasar. Bakteri ini diakui sebagai patogen bagi hewan berdarah dingin (Holmes *et al.*, 1996).

Bakteri *A. hydrophila* bersifat fakultatif anaerob yaitu bakteri yang dapat hidup dengan atau tanpa adanya oksigen (Kabata, 1985) dan akan tumbuh tersebar di seluruh medium jika diinokulasikan pada medium cair. Bakteri ini dapat tumbuh pada kisaran suhu 15-30°C, pH 5,5–9. Perkembangbiakannya secara aseksual dengan memanjangkan sel diikuti pembelahan satu sel menjadi dua sel selama lebih kurang 10 menit (Volk dan Wheeler, 1993).

*A. hydrophila* sering muncul pada musim kemarau, karena pada musim ini kandungan bahan organik perairan tinggi. Kandungan O<sub>2</sub> yang rendah, suhu tinggi, dan akumulasi bahan organik atau sisa metabolisme ikan serta pola padat penebaran dengan kepadatan tinggi akan berkorelasi positif terhadap perkembangbiakannya (Christian *et al.*, 2001).

### 2.6.3 Patogenitas Bakteri *A. hydrophila*

Penyebab penyakit bakteri dari ikan adalah mikroorganisme yang komponennya terdiri dari sisa makanan dimana akan menjadi patogen bila terjadi perubahan lingkungan yaitu adanya kenaikan suhu mendadak, polusi, serta sisa makanan atau stress hormonal (Suprastyani, 1989).

Menurut Grandiosa (2010), untuk memenuhi permintaan produk perikanan yang terus meningkat, penerapan intensifikasi budidaya tidak dapat dihindarkan. Namun, intensifikasi budidaya dapat menimbulkan berbagai dampak penyakit. Salah satu kendala yang menghambat budidaya ikan mas adalah kehadiran patogen bakteri yaitu *A. hydrophila*. Bakteri ini menyebabkan penyakit (*Motile Aeromonas Septicemia*) atau penyakit bercak merah. Bakteri ini menyerang berbagai jenis ikan air tawar seperti lele dumbo, (*Clarias gariepinus*), ikan mas (*C. carpio*), gurami (*Osphronemus gouramy*) dan udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*) dan dapat menimbulkan wabah penyakit dengan tingkat kematian tinggi (80-100%) dalam waktu 1-2 minggu.

#### 2.6.4 Infeksi Bakteri *A. hydrophila*

Menurut Gardenia *et al.* (2010), *A. hydrophila* merupakan bakteri gram negatif berbentuk batang yang banyak ditemukan di lingkungan air tawar dan air payau. *A. hydrophila* dikenal dengan bakteri oportunistis karena biasanya menimbulkan masalah pada saat ikan sedang mengalami stress pada ikan. Infeksi bakteri dapat menyebabkan kematian massal dan merusak mutu ikan yang terinfeksi sehingga sangat merugikan bagi pembudidaya.

*A. hydrophila* sebelum melakukan infeksi, terlebih dahulu melakukan penempelan menggunakan flagel ke dalam *host cell*. Faktor virulen dalam mikroba beradaptasi dalam sel host/inang dan memantapkan keberadaannya. Umumnya *A. hydrophila* menyebabkan infeksi pada seluruh tubuh ikan disertai dengan pendarahan pada organ dalam. Bakteri ini dapat menyebar secara cepat pada padat penebaran tinggi dan dapat mengakibatkan kematian benih sampai 90 % (Shome dan Shome, 1999).

Infeksi bakteri dapat terjadi melalui permukaan tubuh yang luka, saluran pencernaan makanan atau masuk melalui insang, kemudian masuk ke pembuluh darah dan akan menyebar pada organ dalam lainnya. Infeksi bakteri gram negatif ini bersifat laten (berkepanjangan), jadi tidak memperlihatkan gejala penyakit meskipun telah dijumpai pada tubuh ikan. Organ yang dapat diserang antara lain insang, ginjal, pankreas, limpa bahkan otot tulang. Gejala penyakit ini bervariasi mengingat kondisi ini dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain virulensi dari bakteri, resistensi ikan terhadap infeksi, hadir atau tidaknya *septicemia* dan *bacteremia* serta faktor yang diasosiasikan dengan stress pada ikan (Kabata, 1985).

Harikrishnan *et al.* (2003) menyatakan bakteri *A. hydrophila* yang diinfeksi pada ikan mas dilakukan melalui metode penyuntikan dengan dosis

100 µl konsentrasi  $10^6$  cfu/ml tingkat mortalitas sebesar 10%, konsentrasi  $10^8$  cfu/ml mortalitas sebanyak 50 % dan pada konsentrasi  $10^{10}$  cfu/ml mortalitas sangat besar yaitu 90% pada periode inkubasi selama 10 hari. Jun *et al.* (2010) melakukan penelitian terhadap infeksi *A. hydrophila* pada ikan mas melalui penyuntikan sebanyak 0,1 ml dengan konsentrasi  $6,0 \times 10^8$  cfu/ml,  $6,0 \times 10^7$  cfu/ml,  $6,0 \times 10^6$  cfu/ml,  $6,0 \times 10^5$  cfu/ml,  $6,0 \times 10^4$  cfu/ml. Setelah 5 hari penyuntikan kematian mencapai 50% pada konsentrasi  $6,0 \times 10^6$  cfu/ml.

### 2.7 Darah Ikan

Darah ikan tersusun dari sel – sel darah yang tersuspensi dalam plasma dan diedarkan ke seluruh jaringan tubuh melalui sistem sirkulasi tertutup. Jaringan pembentuk darah pada ikan terdapat dalam stroma limfa dan intersitium ginjal, serta di bagian tepi hati dan submukosa usus. Dalam tubuh ikan, darah berfungsi untuk mengedarkan nutrisi yang berasal dari pencernaan makanan ke sel – sel tubuh, menyuplai oksigen ke sel – sel dan jaringan tubuh serta mengangkut hormon dan enzim ke organ yang membutuhkannya. Sel – sel darah ikan terdiri dari eritrosit (sel darah merah), leukosit (sel darah putih) dan trombosit (keping darah). Pada ikan sehat jumlah dan proporsi masing – masing komponen darah relatif konstan (Indriastuti, 2006).

Ikan sebagaimana vertebrata lain, memiliki sel darah merah (*eritrosit*) berinti dengan bentuk dan ukuran bervariasi antara satu spesies dengan lainnya. Ada yang berbentuk lonjong, memiliki inti dengan ratio volume sel dan inti adalah 3,5 - 4,5. Jumlah sel darah merah pada masing-masing spesies juga berbeda, tergantung aktivitas ikan tersebut (Fujaya, 2004).

Menurut Bijanti (2005), ikan mempunyai sel darah putih (*leukosit*) cukup banyak antara  $137.000/\text{mm}^3$  –  $798.000/\text{mm}^3$ . Proses pembentukan leukosit pada mamalia terbatas pada sumsum tulang, limpa dan kelenjar getah bening,

sedangkan pada ikan selain pada tempat-tempat tersebut juga pada ginjal dan timus turut berperan pada proses pembentukan leukosit. Fungsi primer sel darah putih adalah melindungi tubuh dari infeksi. Sel ini bekerja sama dengan erat bersama protein respon imun, immunoglobulin dan komplemen. Neutrofil, eosinofil, basofil dan monosit merupakan fagosit (Hoffbrand dan Atul, 2005).

- **Sel Darah Putih (Leukosit)**

Leukosit atau sel darah putih terbagi atas dua bagian yaitu agranulosit dan granulosit. Agranulosit terdiri atas limfosit, trombosit, dan monosit. Sedangkan granulosit terdiri atas netrofil, eosinofil, dan basofil (Chinabut *et al.*, 1991). Limfosit mempunyai diameter berkisar 4,5 – 12,0  $\mu\text{m}$ .

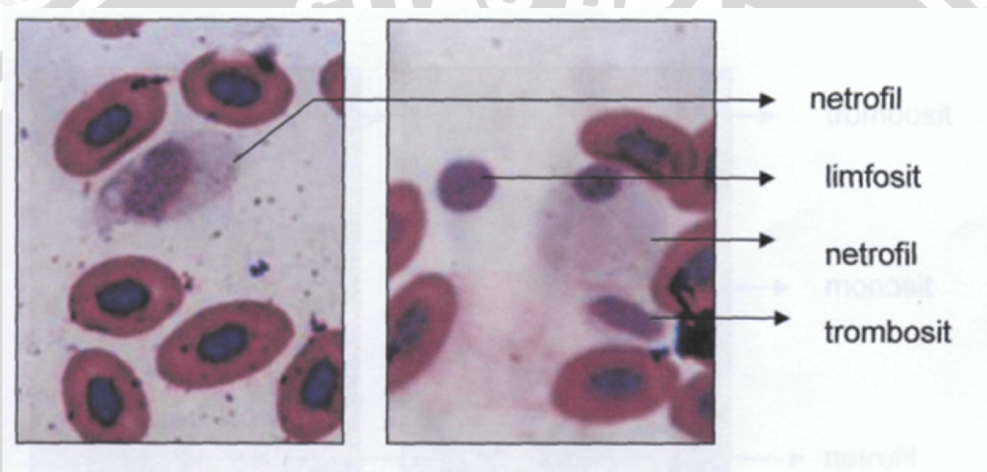
Monosit berjumlah sedikit dari pada populasi sel darah putih kecuali kalau ada infeksi di jaringan atau aliran darah (Moyle dan Chech, 1998). Bersama dengan makrofag – makrofag jaringan setempat, monosit memfagositir sisa – sisa jaringan yang hancur dan penyebab – penyebab penyakit (Nabib dan Pasaribu, 1989).

Trombosit berperan penting dalam pembekuan darah dan juga berfungsi untuk mencegah kehilangan cairan tubuh pada kerusakan – kerusakan dipermukaan tubuh. Ciri khusus trombosit adalah lingkaran sitoplasma tipis disekeliling inti yang berwarna biru cerah dengan pewarnaan wright dan giemsa (Gambar 7). Ukuran rata – rata trombosit adalah 4 x 7  $\mu\text{m}$  hingga 5 x 13  $\mu\text{m}$  (Chinabut *et al.*, 1991).

Neutrofil yaitu sel darah putih yang dapat meninggalkan pembuluh darah, mengandung vakuola yang berisi lisozim untuk menghancurkan organisme yang dimakannya (Chinabut *et al.*, 1991). Fungsi utama neutrofil dalam respon imun pada mamalia adalah fagositosis dan penghancuran benda asing. Fagositosis oleh neutrofil telah ditunjukkan pada banyak spesies ikan. Neutrofil merupakan sel pertama yang merespon dalam 24 jam pada infeksi akut.



Leukosit pada ikan tidak berwarna, berjumlah antara 20.000 – 150.000 dalam tiap  $\text{mm}^3$ . Leukosit dapat dibedakan menjadi tiga macam sel, yaitu granulosit, limfosit dan monosit. Walaupun leukosit merupakan unsur darah, tetapi fungsi utama dari leukosit ada di luar pembuluh darah. Mereka mempunyai sifat dapat menerobos keluar dari pembuluh darah, dan bergerak secara amuboid di antara jaringan sekelilingnya. Mereka tidak hanya mempunyai sifat daya fagositose saja, tetapi kaya terhadap enzim yang dapat menimbulkan reaksi kimia (Anonymous, 2009). Seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Profil Leukosit Ikan

## 2.8 Sistem Imun Ikan

### 2.8.1 Respon Imun Non-Spesifik

Respon imun ikan terdiri dari respon seluler dan respon humoral. Respon seluler bersifat non-spesifik sedangkan respon humoral bersifat spesifik. Aktivitas respon imunitas tersebut dapat distimulasi oleh imunostimulator. Respon imunitas dibentuk oleh jaringan limfoid yang menyatu dengan myeloid yang dikenal dengan jaringan limfomyeloid pada ikan. Organ limfomyeloid pada ikan teleostei adalah limpa, hati dan ginjal depan. Produk jaringan limfomyeloid adalah sel-sel darah dan respon imunitas baik seluler maupun humoral.

Interleukin, interferon, dan sitokin tersebut berperan sebagai komunikator dan amplikasi dalam mekanisme pertahanan humoral dan seluler ikan. Oleh sebab itu, mekanisme pertahanan tubuh yang sinergis antara pertahanan humoral dan seluler ditandai dengan adanya interleukin, interferon dan sitokin (Aliffudin, 1999).

Pembentukan respon imun dimulai oleh stimulasi patogen (antigen). Setelah terjadi aklifasi antigenik, melalui proses fagositosis makrofag yang merupakan pertahanan pertama akan menghancurkan antigen tersebut, mengirimkan sandi-sandi ke sel-sel limfosit. Sel limfosit berproliferasi membentuk sel T (respon imun seluler) dan sel B (respon imun humoral). Sel T akan membentuk sel efektor yang berperan dalam respon pertahanan yang diperantai sel. Sel efektor ini berpartisipasi dalam eliminasi benda asing melalui suatu proses fagositosis. Sedangkan sel B akan membentuk antibodi (immunoglobulin). Selain membentuk antibodi terhadap suatu patogen, sel B juga membentuk sel memori terhadap patogen tersebut. Dengan adanya sel memori ini akan mempercepat waktu pembentukan respon sekunder terhadap patogen yang sama (Lamers *et al.*, 1985).

### **2.8.2 Efisiensi dan Cara Pemberian Immunostimulan**

Imunostimulan merupakan sekelompok senyawa biologi dan sintesis yang dapat meningkatkan sistem imun non spesifik (Johnny dan Rosa, 2008). Imunostimulan dapat diperoleh dari berbagai sumber antara lain dari dinding sel bakteri, dinding sel yeast, cangkang udang (crustacea) dan dari miselia jamur (Almendras, 2001 *dalam* Rozik *et al.*, 2011).

Seperti halnya dengan vaksin, imunostimulan dapat diberikan melalui injeksi, bersama pakan (oral) dan perendaman. Pemilihan cara aplikasi imunostimulan ini didasarkan pada kepraktisan dan efisiensi dalam kegiatan

budidaya. Pemanfaatan dalam kegiatan budidaya ini dapat mengoptimalkan produksi budidaya melalui peningkatan daya tahan tubuh ikan terhadap penyakit infeksi (Anderson, 1992).

Berikut ini akan dijelaskan pemberian dosis dengan metode perendaman, penyuntikan dan oral dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2 sebagai berikut :

**Tabel 1.** Metode Pemberian Immunostimulan pada Beberapa Organisme

| Metode      | Immunostimulan           | Organisme             | Dosis                                | Sumber                                |
|-------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| Perendaman  | <i>Boungainvillia sp</i> | Kerapu<br>Macan       | 10,4 ppm<br>perendaman               | Andayani,<br>2007                     |
| Oral        | <i>Boungainvillia sp</i> | Kerapu<br>Macan       | 1 g alkaloid/kg<br>pakan             | Andayani,<br>2009                     |
| Perendaman  | Levamisol                | Ikan Mas              | 1 mg/l, 15 mg/l                      | Traves<br>K.M.and<br>Brown,<br>2000   |
| Perendaman  | Levamisol                | Udang                 | 0,2 g/kg pakan                       | Cahyono,<br>2004                      |
| Oral        | Levamisol                | Larva Kerapu<br>Bebek | 200mg<br>peptidoglican/kg<br>pakan   | Johny dan<br>Des Rosa,<br>2004        |
| Oral        | Peptidoglican            | Kerapu<br>Bebek       | 50-100 µg<br>peptidoglican/0,1<br>ml | Johnny <i>et</i><br><i>al.</i> , 2001 |
| Penyuntikan | Peptidoglican            | Kerapu<br>Macan       | 100 µg<br>peptidoglycan              | Johnny dan<br>Roza, 2002              |
| Penyuntikan | Peptidoglican            | Kerapu<br>Bebek       |                                      | Johnny <i>et</i><br><i>al.</i> , 2003 |

**Tabel 2.** Metode Pemberian Immunostimulan pada Ikan

| Rute        | Dosis      | Waktu Ekspos                 |
|-------------|------------|------------------------------|
| Penyuntikan | Bervariasi | 1 atau 2 dosis               |
| Perendaman  | 2-10 mg/l  | 10 menit sampai beberapa jam |
| Oral        | 0,01-4%    | Beberapa hari atau lebih     |

Sumber : Galindo dan Hosokawa, 2004.

Metode penyuntikan dan perendaman optimum pada pemeliharaan dengan sistem intensif akan tetapi metode tersebut membutuhkan penanganan yang ekstra terhadap obyek yang dikenakan perlakuan. Selain itu, metode tersebut juga membutuhkan tenaga yang lebih besar, memakan waktu yang lebih banyak dan menjadi tidak praktis ketika berat ikan kurang dari 15 g. pemberian immunostimulan melalui oral adalah metode yang cocok untuk diterapkan pada budidaya yang dalam pelaksanaannya tidak menimbulkan stres pada ikan dan memungkinkan pelaksanaan secara massal. Perbedaan ketiga metode ini dapat dilihat pada Tabel 3 sebagai berikut :

**Tabel 3.** Ringkasan Kelebihan dan Kekurangan Metode Pemberian Immunostimulan pada Ikan.

| Metode      | Kelebihan  | Kekurangan   |
|-------------|--|--|
| Penyuntikan | Cara immunostimulan paling manjur dan hemat untuk ikan besar   | Sangat berguna untuk pemeliharaan intensif, butuh kerja lebih, potensi ikan untuk stres tinggi (ketika dibius atau penanganan). Berat ikan harus >10-15 g. |
| Perendaman  | Memungkinkan untuk immunostimulan ikan kecil (>5 g), metode paling ekonomis dan pelaksanaan perendaman non stressing.  | Cocok untuk intensif akuakultur, kemampuan dibawah metode injeksi dan pengangkatan dari bak perendaman berpotensi menimbulkan stres.                       |
| Oral        | Satu-satunya cara yang tidak berpotensi menimbulkan stres, memungkinkan untuk digunakan pada immunostimulasi massal untuk ukuran berapapun, dan tidak membutuhkan banyak tenaga serta biaya. | Keampuan rendah, membutuhkan banyak bahan immunostimulan untuk mencapai tingkat proteksi.  |

Sumber : Galindo dan Hosokawa, 2004.

### 2.8.3 Mekanisme Kerja Immunostimulan

Mori (1990) dalam Alifuddin (2002), mengemukakan, bahwa respon imunitas pada hewan merupakan upaya proteksi terhadap infeksi maupun preservasi fisiologik homeostasi. Respon imunitas hewan akuatik terdiri dari respon non spesifik dan spesifik baik pada ikan maupun pada udang. Karenanya, memori, spesifitas dan pengenalan zat asing merupakan dasar mekanisme respon imunitas baik pada ikan maupun udang.

Menurut Anderson (1992) cara penggunaan immunostimulan memiliki pola yang sama dengan penggunaan antibiotik atau bahan kimia, tetapi penggunaannya masih memerlukan penelitian lebih lanjut. Pada pemberian dosis tinggi immunostimulan akan menyebabkan penekanan mekanisme pertahanan. Pemberian dosis rendah, immunostimulan menjadi tidak efektif, hal ini nyata pada pemberian secara suntikan. Pada penyelidikan levamisol, penyuntikan dosis tinggi menyebabkan penekanan respon imun spesifik dan penurunan jumlah leukosit.

## 2.9 Kualitas Air

### 2.9.1 Suhu

Suhu adalah kapasitas panas. Pengukuran suhu sebaiknya secara siklus harian dengan termom, sehingga suhu yang terukur benar-benar akurat tanpa banyak dipengaruhi oleh suhu sekitarnya (Sutisna dan Ratno, 1995). Menurut Kordi dan Andi (2007), kisaran suhu optimal bagi kehidupan ikan di perairan tropis adalah antara 28 - 32 °C.

Menurut Nugrahaningsih (2008) Suhu air optimal bagi ikan patin adalah 28°C-32°C. Pada kisaran tersebut konsumsi oksigen cukup tinggi sehingga nafsu makan tinggi sementara pada suhu dibawah 20°C nafsu makan menurun.

### 2.9.2 pH

pH (singkatan dari *puissance negatif de H*) yaitu logaritma dari kepekatan ion-ion H (hidogen) yang terlepas dalam suatu cairan (Kordi dan Andi, 2007). Derajat keasaman (pH) adalah suatu ukuran dari konsentrasi ion hidrogen yang menunjukkan suasana air tersebut bereaksi asam atau basa. Menurut Susanto (1990), pada umumnya pH yang sangat cocok untuk semua jenis ikan berkisar antara 6,7 - 8,6. Santoso (1993) menambahkan ikan mas dapat tumbuh normal jika lokasi pemeliharaan berada pada ketinggian 150-1000 m di atas permukaan laut dengan pH air antara 7-8.

Kisaran pH yang dapat diterima untuk pemeliharaan ikan dan produktivitas perairan adalah 6,5-8,5 (Pescod dan Okun, 1973; Boyd dan Lichkopler, 1979). Walaupun kebanyakan perairan alami tidak mengandung bahan kimia pada konsentrasi yang cukup besar diatas batas ketahanan ikan, menurut Ness dalam Bennet (1969), pada pH 5,5 perkembangan ikan sangat sensitif terhadap bakteri parasit dan biasanya mati dalam waktu singkat pada kondisi pH lebih rendah atau sama dengan 4,5 (Nugrahaningsih, 2008).

### 2.9.3 Oksigen Terlarut

Oksigen terlarut merupakan perubahan mutu air paling penting bagi kehidupan organisme air. Oksigen terlarut dalam air pada konsentrasi tertentu dapat diserap oleh haemosianin dalam pembuluh darah lamella insang akibat perbedaan tekanan parsial. Oksigen yang diserap kemudian dimanfaatkan dalam proses metabolisme baik untuk pembentukan sel baru (pertumbuhan) dan untuk penggantian sel yang hilang (Asmawi, 1986).

Sumber utama oksigen terlarut dalam air adalah difusi dari udara dan hasil fotosintesis biota yang berklorofil yang hidup di dalam perairan. Sumber utama

oksigen terlarut dalam air adalah difusi dari udara dan hasil fotosintesis biota yang berklorofil yang hidup di dalam perairan (Mantau dan Sudarty, 2011).

