

# SISTEM REPRODUKSI IKAN KERAPU (*Epinephelus* sp.)

## SISTEM REPRODUKSI IKAN KERAPU

(*Epinephelus* sp.)



Oleh: drh. Husnurizal

### 1. PENDAHULUAN

Ikan kerapu merupakan salah satu ikan laut ekonomis penting yang sekarang ini banyak dibudidayakan dan merupakan komoditas ekspor. Sebagai contoh kerapu tikus atau kerapu bebek pada saat berukuran 5-10 cm merupakan ikan hias yang mahal dengan harga Rp 6.000-10.000/ekor . Sedangkan ikan yang berukuran konsumsi dalam keadaan masih hidup di jual dengan harga Rp 300.000-350.000/kg. Permintaan ikan kerapu dipasaran untuk ukuran 5-10 cm sebanyak 30.000-60.000 ekor/bulan dan untuk ikan kerapu ukuran konsumsi sebanyak 20-30 ton/bulan

Dengan memperhatikan hal tersebut diatas, maka usaha pembenihan yang dilakukan baik usaha kecil, usaha menengah maupun usaha besar mutlak diperlukan dan harus segera dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan benih

ikan kerapu, baik saat ini maupun masa yang akan datang. Untuk memaksimalkan usaha ini, maka harus didukung sumber daya manusia dengan menguasai teknologi khususnya strategi reproduksi secara sempurna.

## **BIOLOGI IKAN KERAPU**

### **Taksonomi**

Ikan kerapu memiliki 15 genera yang terdiri atas 159 spesis. Satu diantaranya adalah *Cromileoptes altivelis* yang selain sebagai ikan konsumsi juga juvenilnya juga sebagai ikan hias. Ikan kerapu termasuk famili Serranidae, Subfamili Epinephelinae, yang umumnya di kenal dengan nama groupers, rockcods, hinds, dan seabasses. Ikan kerapu ditemukan diperairan pantai Indo-Pasifik sebanyak 110 spesies dan diperairan Filipina dan Indonesia sebanyak 46 spesies yang tercakup ke dalam 7 genera *Aethaloperca*, *Anyperodon*, *Cephalopholis*, *Cromileptes*, *Epinephelus*, *Plectropomus*, dan *Variola* (Marsambuana dan Utojo, 2001).

Ikan Kerapu diklasifikasikan sebagai berikut:

Klas	: Pisces
Sub kla	: Teleostei
Ordo	: Percomorphi
Sub ordo	: Percoidea
Devisi	: Perciformis
Famili	: Serranidea

Sub famili : Epinephelinae

Genus : *Epinephelus*

Spesies : *Epinephelus sp.*

### **Ciri-Ciri Morfologi Ikan Kerapu**

Ciri-ciri morfologi ikan kerapu adalah sebagai berikut

Bentuk tubuh pipih, yaitu lebar tubuh lebih kecil dari pada panjang dan tinggi tubuh. Rahang atas dan bawah dilengkapi dengan gigi yang lancip dan kuat. Mulut lebar, serong ke atas dengan bibir bawah yang sedikit menonjol melebihi bibir atas. Sirip ekor berbentuk bundar, sirip punggung tunggal dan memanjang dimana bagian yang berjari-jari keras kurang lebih sama dengan yang berjari-jari lunak. Posisi sirip perut berada dibawah sirip dada. Badan ditutupi sirip kecil yang bersisik stenoid.

Pada ikan kerapu genus *Aethaloperca* merupakan monotipik, terdiri atas satu spesies, warna coklat gelap, tubuh melebar, sirip dada tidak simetris, sirip punggung terdiri atas 9 jari-jari keras, sirip ekor tegak. ikan kerapu genus *Anyperodon* merupakan monotipik, warna abu-abu sampai abu-abu kecoklatan, bintik coklat pada kepala, tidak ada gigi pada langit-langit, kepala dan tubuh panjang, tebal badan 11-15 % dari panjang standard, dan 3-4 kali dari panjang kepala serta sirip bundar.

Ikan kerapu genus *Cephalopholis* terdiri atas: warna gelap, yaitu cokelat kemerahan sampai cokelat tua dan warna terang, yaitu merah kecokelatan sampai

merah atau kuning atau jingga, panjang standard 2,2 – 3,1 kali dari panjang kepala, rahang pada ikan dewasa dilengkapi dengan bonggol, sirip ekor berbentuk bundar. Ikan kerapu genus *Epinephelus* tubuh ditutupi oleh bintik-bintik berwarna cokelat atau kuning, merah atau putih, tinggi badan pada sirip punggung pertama biasanya lebih tinggi dari pada sirip dubur, sirip ekor berbentuk bundar.

Ikan kerapu genus *Plectropomus* warna gelap bergaris (menyerupai pita) dan yang tidak bergaris, warna tubuh agak putihan, sirip berwarna kuning, tulang sirip dubur lemah, panjang standard 2,8 – 3,1 kali dari panjang kepala, sirip ekor umumnya tegak. dan yang terakhir ikan kerapu dari genus *Variola* warna tubuh ditutupi oleh bintik merah, sirip ekor berwarna putih tipis pada bagian pinggir, panjang standard 2,5 – 2,8 kali dari panjang kepala, sirip ekor berbentuk sabit.

### **Siklus Hidup, Reproduksi dan Kematangan Gonad**

Ikan kerapu merupakan jenis ikan bertipe hermaprodit protogini, dimana proses diferensiasi gonadnya berjalan dari fase betina ke fase jantan atau ikan kerapu ini memulai siklus hidupnya sebagai ikan betina kemudian berubah menjadi ikan jantan. Fenomena perubahan jenis kelamin pada ikan kerapu sangat erat hubungannya dengan aktivitas pemijahan, umur, indeks kelamin dan ukuran, ikan kerapu jenis *Epinephelus diacanthus* kecendrungan perubahan kelamin terjadi selama tidak bereproduksi yaitu antara umur 2-6 tahun, tetapi perubahan terbaik terjadi antara 2-3 tahun, ikan kerapu merah *Epinephelus akaara* untuk jenis ikan betina ukuran berat 500 gram, panjang 26 cm dan jenis kerapu jantan ukuran berat 1000 gram dan ukuran panjang 34 cm. Sedangkan untuk ikan kerapu Lumpur

*Epinephelus tauvina* jenis kelamin betina berat 3-4 kg panjang 45 cm dan jenis kerapu jantan ukuran panjang 65 cm.

Mayunar *et al.*, (1995), Menyatakan bahwa pada ikan kerapu lumpur (*Epinephelus tauvina*) panjang minimum betina yang matang adalah 45-50 cm (sebagian besar 50-70 cm) dan transisi gonadnya terjadi pada panjang total (TL) 66-72 cm dan testis mulai matang pada TL 74 cm atau bobot berat tubuh 10-11 kg.

### **Fekunditas dan Musim Pemijahan**

Fekunditas ikan kerapu spesies *Epinephelus akaara* yang berukuran panjang standard 23-24 cm dapat mengandung telur sebanyak 75.000- 530 000 butir. *Epinephelus morio* ukuran panjang 45-65 cm mengandung telur sebanyak 1.500.000 butir, *Epinephelus guttatus* ukuran panjang 35 cm mengandung telur sebanyak 233.237 butir, dan *Epinephelus diacanthus* berukuran panjang 12.6-18.8 cm mengandung telur sebanyak 64.00-233.000 butir.

Pada induk kerapu macan yang diimplantasi pelet hormon LHRHa dosis 150ug (1 ekor) dan dosis 240ug (2 ekor) serta 1 ekor dari kontrol. Jumlah telur yang dihasilkan dari induk kontrol adalah 7.500.000 butir dengan frekwensi pemijahan 3 kali. Sedangkan derajat pembuahan (FR) 93.7 – 96.5 %. Dan derajat penetasan (HR) 70.5 – 78.5 %. Selanjutnya dari induk yang diimplantasi dihasilkan telur sebanyak 14.650.000 butir atau 4.883.000 butir/ekor dengan frekwensi pemijahan 4 kali derajat pembuahan 95.6-98.5 % derajat penetasan 21,7-89.5 % (Mayunar *et al.*, 1995).

Diperairan tropis musim pemijahan dapat terjadi pada setiap tahun atau sepanjang tahun, akan tetapi ada puncak musim pemijahan. Dimana musim benih kerapu di alam ditentukan oleh angin musim ( musim barat dan musim timur), kedua musim ini mempengaruhi kondisi arus, salinitas, suhu, dan nutrien yang terkandung. Musim pemijahan umumnya pada ikan kerapu terjadi atau berlangsung dari bulan april sampai juni dan antara bulan januari sampai september.

Pendugaan puncak musim pemijahan dapat dilakukan dengan cara membuka dan meneliti perkembangan gonad sampel induk betina secara periodik selama 1 tahun. Dugaan pemijahan dapat diperoleh sebagai dasar untuk menentukan pendugaan musim benih alam. Untuk benih ikan kerapu lumpur yang diperoleh dari alam dengan ukuran 2-5 cm dengan umur 2-3 bulan, menyukai perairan pantai ditandai dengan banyaknya jumlah populasi jenis crustacea diperairan. Beberapa data mengenai musim pemijahan ikan kerapu di negara-negara Asia sebagai berikut :

- *Epinephelus tauvina* musim pemijahan bulan agustus di Singapura
- *Epinephelus diacanthus* musim pemijahan april sampai mei di Taiwan
- *Epinephelus akaara* musim pemijahan juni sampai september di Japan
- *Epinephelus malabaricus* musim pemijahan september-november di Thailand
- *Epinephelus microdon* musim pemijahan mei sampai september di Japan
- *Epinephelus salmoides* musim pemijahan april sampai juni di Japan.

## **STRATEGI REPRODUKSI**

## **Pemijahan**

Pemijahan ikan kerapu dapat di bagi atas 3 yaitu pemijahan alami (natural spawning), pemijahan buatan (stripping atau artificial fertilization) dan penyuntikan atau pijah rangsang (induced spawning). Pada induk ikan kerapu yang telah dewasa kelamin dapat dipijahkan secara alami tanpa ransangan hormon. Induk ikan yang matang telur dimasukan ke dalam tangki pemijahan yang berukuran 3-5 m<sup>3</sup> dengan perbandingan jantan dan betina 1 : 1. Tangki ini dilengkapi dengan sistem aerasi yang cukup dan pada siang hari di beri aliran air laut bersih. Pemijahan biasanya terjadi beberapa hari sesudah dan sebelum bulan purnama atau di sekitar bulan gelap dan pemijahan terjadi pada malam hari.

Pemijahan rangsang biasanya dilakukan dengan menyuntikan hormon atau campuran beberapa hormon ke dalam tubuh induk ikan yang akan dipijahkan. Hormon yang umumnya digunakan adalah Human Chorionic Gonadotropin (HCG), Gonatropin, Puberogen (mengandung FSH dan gonadotropin) dan pregnyl. Ekstrak kelenjar hipofisa ikan salmon juga dapat digunakan untuk merangsang pematangan gonad.

Selama ikan bertelur induk tidak boleh di beri pakan, dan apabiula induk telah memijah harus segera dipindahkan ke tangki yang lain. Telur yang telah dibuahi berjumlah lebih kurang 1.200.000 butir. Dari jumlah ini diperkirakan hanya 30 % saja yang dibuahi. Telur yang telah dibuahi tidak berwarna (transparan) sedangkan yang tidak dibuahi dan yang mati berwarna putih susu. Telur yang terbuahi melayang atau terapung pada salinitas 33 permil, sebaliknya telur yang tidak dibuahi akan tenggelam didasar tangki. Telur yang telah terbuahi kemudian

dipindahkan ke dalam tangki feberglass berkapasitas 3m<sup>3</sup>. Tangki penetasan ini sebelumnya telah diisi dengan air laut bersih dengan mikro alga dan zooplankton dilengkapi dengan aerasi. Dimana ukuran telur yang telah dibuahi adalah 810-880 millimikron. Telur-telur ini menetas 16-18 jam setelah pembuahan pada suhu 27-28 °C.

### **Subtansi Hormon dalam Reproduksi**

Hormon adalah subtansi yang dihasilkan oleh sel atau kelompok sel yang bergerak dalam aliran darah yang mengantarnya ke organ target atau jaringan dalam tubuh yang memberikan suatu reaksi yang dapat menolong mengkoordinasi fungsi-fungsi dalam tubuh (Sorensen, 1979). Definisi hormon yang lain adalah suatu zat organik yang diproduksi oleh sel-sel khusus dalam tubuh dirembeskan ke dalam aliran darah dengan jumlah yang sangat kecil dapat merangsang sel-sel tertentu untuk berfungsi.

Salah satu subtansi hormon reproduksi adalah ekstra hipofisa, dimana ekstrak hipofisa sangat praktis atau mudah penggunaannya dalam reproduksi ikan, sederhana dan cukup efektif. Kendalanya adalah sulit untuk melakukan standarisasi karena hormonnya sendiri dalam tiap butir hipofisa tidak dapat diketahui dengan pasti. Ekstrak hipofisa dapat juga mengontrol ekspresi seksualitas termasuk perkembangan maturasi dan pelepasan gamet dengan pengaruh iklim atau musim dan dapat merangsang ikan memijah tanpa tergantung musim pemijahan .



Hormon steroid dapat berupa testosteron untuk jantan dan estrogen untuk betina. Hormon jenis ini lebih banyak digunakan dalam perlakuan perubahan kelamin. Hal ini disebabkan karena steroid mempunyai efek “Feedback negative action” yang besar, dimana dapat menghambat pelepasan FSH dan melalui suatu pusat yang di hipotalamus menghambat pelepasan LH dan sintesis androgen atau estrogen dan jika dosis tidak tepat atau terlalu besar dosis dapat menyebabkan ikan menjadi steril. Hormon-hormon yang terlibat dalam reproduksi berasal dari tiga bagian utama, yaitu (1) hipotalamus, (2) pituitari dan (3) gonadotropin.

### **Mekanisme Kerja Hormon**

Sebagian besar hormon atau bahkan mungkin semuanya, berikatan dengan reseptor khusus yang terdapat pada sel sasaran. Pengikatan berbagai reseptor menyebabkan suatu pengendalian surut (down regulation) secara otomatis, yakni terjadi pinositosis pada reseptor atau kompleks hormon reseptor yang memperkecil tanggapan yang timbul. Sesuai dengan tempat dan proses kerja hormon dalam sel, maka hormon dapat dibagi menjadi dua kelompok besar yaitu:

(1) Kelompok hormon yang mengawali kerja pada membran plasma, yaitu;

Ketokolamin, prostaglandin dan semua hormon peptida seperti insulin,

Glikogen dan kelenjar hipofisa

(2) Kelompok hormon yang mengawali kerja di dalam inti sel, kelompok

Hormon ini hanya terdapat pada sitoplasma. Kelompok hormon ini men-

Capai inti sel dan mempengaruhi proses dan kecepatan ekspresi gen.

Yang termasuk kelompok ini yaitu: triiodotironin dan semua hormon

Steroid.

Pematangan gonad dan ovulasi ikan merupakan suatu proses di bawah kendali kerja hormon-hormon. Secara umum mekanisme kerja hormon untuk perkembangan dan pematangan gonad merupakan suatu rangkaian. Stimulasi oleh adanya pelepasan Gonadotropin Releasing Hormon (GnRH) dari hipotalamus menyebabkan kelenjar hipofisa mengsekresikan Gonadotropin (GtH) untuk dialirkan ke dalam darah.

Rangsangan untuk mensintesis hormon GnRH diatas diterima oleh hipotalamus dari otak (susunan saraf pusat) melalui reseptor-reseptor yang menerima rangsangan dari luar atau lingkungan. Reseptor penginderaan adalah penerima rangsangan tersebut, seperti visual untuk fotoperiod dan lawan jenis, kemoreseptor untuk suhu, metabolit dan sebagainya. Selain GnRH yang bersifat memacu, maka dalam hipotalamus ini juga dikeluarkan substansi penghambat pelepasan GtH yaitu dopamin.

Hormon Gonadotropin ini sebagai produk yang dialirkan lewat darah dalam kadar tertentu akan merangsang kematangan gonad akhir melalui simulasi untuk mensintesis hormon-hormon steroid pematangan oleh folikel dalam ovarium atau testis. Pada beberapa spesies ikan hormon Gonadotropin ini ada dua macam yaitu: GtH-1 dan GtH-2 yang berbeda dalam senyawa glikoproteinnya. GtH-1 berperan dalam perkembangan gonad sedangkan GtH-2 berperan dalam pematangan dan pemijahan.

Pada ikan induk jantan, steroid adalah testoteron yang mengontrol pematangan sperma diproduksi oleh sel Leydig pada testis. Banyak sebagian

pakar menyatakan bahwa hormon ini mempengaruhi perkembangan kelamin sekunder dan perilaku pemijahan, namun prosesnya belum diketahui dengan jelas. Steroid pada ikan betina berpengaruh langsung kepada pematangan sel telur (oosit) dikenal sebagai estrogen dan disekresi oleh sel interstisial folikel di ovarium.

Progesteron yang dikenal sebagai steroid yang dihasilkan oleh sel perifer dari ovarium pengaruhnya hanya pada pematangan akhir oosit saja. Mengenai proses bagaimana steroid-steroid tersebut dapat merangsang pemasakan oosit maupun sperma mekanismenya belum diketahui tetapi diduga melalui tranfer kode terjemahan RNA.

<http://fisheries90.blogspot.com/2012/06/sistem-reproduksi-ikan-kerapu.html>

## **tingkah laku ikan tongkol**

### **II. TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Biologi Ikan Tongkol (*Guthynnus affinis*)**

#### **2.2. Klasifikasi Ikan Tongkol (*Guthynnus affinis*)**

Kingdom	: <i>Animalia</i>
Phylum	: <i>Chordata</i>
Class	: <i>Pisces</i>
Ordo	: <i>Percomorphi</i>
Family	: <i>Scombridae</i>
Genus	: <i>Euthynnus</i>
Spesies	: <i>Euthynnus affinis</i>

Gambar 1. Ikan Tongkol (*Guthynnus affinis*)

### **2.2.1 Morfologi Ikan Tongkol (*Guthynnus affinis*)**

Bentuk tubuh ikan tongkol seperti betuto dengan kulit yang licin . Sirip dada melengkung ujungnya lurus dan pangkalnya sangat kecil. Ikan tongkol merupakan perenang yang tercepat diantara ikan-ikan laut yang berangka tulang. Sirip-sirip punggung, dubur, perut, dan dada pada pangkalnya mempunyai lekukan pada tubuh, sehingga sirip-sirip ini dapat dilipat masuk kedalam lekukan tersebut sehingga dapat memperkecil daya gesekan dari air pada waktu ikan tersebut berenang cepat dan dibelakang sirip punggung dan sirip dubur terdapat sirip-sirip tambahan yang kecil-kecil yang disebut finlet (Cholik 2000). Ikan tongkol dapat mencapai ukuran panjang 60– 65 cm dengan berat 1.720 gr pada umur 5 tahun.

Panjang pertama kali matang gonad ialah 29-30cm. Ikan tongkol memiliki 10– 12 jari-jari sirip punggung, 10– 13 jari-jari halus sirip punggung, 10– 14 jari-jari halus sirip dubur dengan warna punggung kebiru-biruan. Sebuah pola 15 garis-garis halus miring hampir horisontal, garis bergelombang gelap di daerah scaleless diatas gurat sisi (linea lateralis) bagian bawah agak putih (cerah), dada dan sirip perut ungu sisi bagian dalam mereka hitam badan kuat memanjang dan bulat. Gigi kecil dan berbentuk kerucut dalam rangkaian tunggal. Sirip dada pendek tapi mencapai garis vertikal melewati batas anterior dari daerah scaleless atas corselet. Sebuah flap tunggal besar (proses interpelvic) antara sirip perut tubuh telanjang kecuali untuk corselet yang dikembangkan dengan baik dan sempit di bagian posterior (tidak lebih dari 5 skala yang luas di bawah asal-sirip punggung kedua). Sebuah keel pusat yang kuat pada setiap sisi dasar sirip ekor-kecil antara 2 keel (Cholik 2000).

### **2.2.2 Makanan dan Kebiasaan Makan Ikan Tongkol (*Guthynnus affinis*)**

Maksud mempelajari kebiasaan makanan ikan ialah menentukan gizi alamiah suatu ikan. Dengan mengetahui kebiasaan makan ikan maka dapat dilihat antara hubungan ekologi diantara organisme perairan tersebut. Misalnya bentuk-bentuk pemangsaan, saingan dan rantai makanan. Jadi makanan dapat merupakan faktor yang sangat menentukan bagi populasi, pertumbuhan dan kondisi ikan. Sedangkan macam makanan suatu spesies ikan biasanya bergantung kepada umur ikan, tempat hidup ikan dan waktu (Fujaya, 2004).

Komposisi makanan yang terdapat pada lambung ikan tongkol dianalisis sebagian dapat diidentifikasi sampai tingkat genus seperti *euthynnus*, sementara sebagian lain hanya sampai tingkat famili misalnya *scombridae*, dan bahkan ada taksa di atas famili antara lain *Polychaeta*. Hal ini terjadi karena proses pencernaan sudah berjalan sehingga yang ditemukan adalah organisme yang tidak utuh lagi. Dengan melihat jenis makanannya dapat ditarik satu kesimpulan bahwa ikan tongkol termasuk ke dalam kelompok karnivor (Sjafei dan Robiyani, 2007).

### **2.2.3 Habitat dan Daerah Penyebaran Ikan Tongkol (*Guthynnus affinis*)**

Ikan tongkol ditemukan pada kedalaman lebih dari 100 m. Ikan ini terdapat pada lingkungan mencakup 100-330 m. Habitatnya di daerah karang dan area dasar berbatu-batu dengan kedalaman minimal 100 m. Ikan ini ditemukan pada kedalaman 90-360 m. Ikan tongkol terdapat pada kedalaman lebih dari 100 m (antara 100-600 m). Distribusi ikan tongkol meliputi bagian utara sampai selatan Jepang, secara luas ditemukan di Indo-Pasifik. Ikan ini penyebarannya selain di Indo-Pasifik juga terdapat di timur Afrika. Kepulauan hawaii, utara

Ryukyu, Kepulauan Ogasawara, Australia Selatan dan Atlantik Tenggara: Port Alfred, Afrika Selatan.

## **2.3. Morfologi Mata Ikan Tongkol**

### **2.3.1 Retina Mata**

Menurut Purbayanto *et al.* (2010), struktur retina mata ikan yang berisi reseptor dari indra penglihatan sangat bervariasi untuk jenis ikan yang berbeda. Pada teleostei yang memiliki jenis retina duplek dengan pengertian bahwa dalam retina ikan terdapat kedua jenis reseptor yang dinamakan *rod* dan *cone*. Cone (sel kerucut) dan rod (sel batang) pada retina mata adalah dua jenis fotoreseptor yang masing-masing berbentuk kerucut dan batang yang digunakan dalam aktivitas yang berbeda. Sel kerucut dipakai pada aktivitas siang hari dan sel batang pada aktivitas malam hari, artinya sel kerucut bertanggung jawab pada penglihatan cahaya terang (penglihatan fotopik) dan sel batang pada penglihatan cahaya samar (penglihatan skotopik). Struktur retina mata ikan yang berisi reseptor dari indra penglihatan sangat bervariasi untuk jenis ikan yang berbeda. Pada teleostei yang memiliki retina duplek, dengan pengertian bahwa dalam retina mata ikan terdapat kedua jenis reseptor yang dinamakan rod dan kon pada umumnya terjadi distribusi dari kedua jenis reseptor tersebut yang berbeda untuk bagian yang berlainan dari retinanya yang biasanya erat hubungannya dengan pemanfaatan indra penglihatan tersebut dalam lingkungan hidupnya (Purbayanto 2010)

Menurut Matsuoka dalam Purbayanto (2010), menjelaskan bahwa retina ikan umumnya terdiri atas tiga tipe pada lapisan indra penglihatan (*visual cell layer*) yaitu sel kon tunggal (*single cone*), sel kon ganda (*double/twin cone*), dan

sel rod. Sel kon ganda (*double cone*) adalah dua sel kon tunggal yang bergabung (tidak berasal dari sel kon tunggal yang membelah) dengan kondisi ukuran yang tidak sama. Ada beberapa spesies ikan yang memiliki sel kon tunggal yang bergabung dengan ukuran yang serupa dan dikenal dengan sel kon kembar (*twin cone*). Bentuk sel kerucut (*cone cell*) dan sel batang (*rod cell*) dan macam pola mosaik fotoreseptor.

### **2.3.2 Vitreous Humor**

Menurut Campbell *et al.* (2004), lensa dan badan bersilia (*ciliary body*) membagi mata menjadi dua rongga, satu di antara lensa dan kornea dan satu rongga yang lebih besar terletak di belakang lensa di dalam bola mata. Badan bersilia selalu menghasilkan *aqueous humor* yang berair dan bening yang mengisi rongga bagian dalam bola mata. Rongga *posterior* yang penuh dengan *vitreous humor* yang mirip jeli menyusun sebagian besar volume mata. *Vitreous humor* berfungsi sebagai lensa cair yang membantu memfokuskan cahaya ke retina. *Vitreous body* adalah ruangan dibelakang lensa yang diisi oleh cairan gel transparan yang berfungsi sebagai pendukung mekanis yang mengelilingi jaringan okuler dan meneruskan cahaya sampai menuju retina.

### **2.3.4 Lensa mata**

Mata memiliki bentuk lensa yang bulat. Pemfokusan cahaya dilakukan melalui pergerakan lensa. Lensa mata ikan akan bergerak ke depan menjauhi retina untuk pandangan dekat dan sebaliknya bergerak mendekati retina secara perlahan-lahan oleh bantuan otot retraktor untuk pandangan jauh, iris juga berperan dalam



memperlebar sudut lensa,yakni dengan meluruskan perlahan – lahan bentuk bola mata (Purbayanto 2010).

## 2.4 Analisis Penglihatan Ikan

### 2.4.1 Ketajaman penglihatan

Menurut Purbayanto *et al.* (2010), ketajaman penglihatan pada ikan adalah kemampuan ikan untuk melihat dua titik dari suatu objek pada suatu garis digambarkan dalam bentuk hubungan timbal balik yang diperlihatkan dalam istilah sudut pembeda terkecil. Analisis ini untuk membedakan dua sasaran penglihatan terdekat yang dapat diukur melalui pengujian histologi. Ketajaman penglihatan ikan tergantung pada dua faktor, yaitu diameter lensa dan kepadatan sel kon pada retina. Ketajaman penglihatan (*visual acuity*) dihitung berdasarkan nilai kepadatan sel kon setiap 0,01 mm<sup>2</sup> luasan pada masing-masing bagian dari retina dengan menggunakan rumus sudut pembeda terkecil (*minimum separable angle*):

$$\alpha_{\text{rad}} =$$

Keterangan :

$\alpha_{\text{rad}}$  : Sudut pembeda terkecil dalam satuan derajat

F : Jarak fokus lensa (berdasarkan rasio Matthiesson's (F=2,55r)

0,25 : Nilai penyusutan spesimen mata akibat proses histologi

n : Jumlah sel kon terpadat per luasan 0,01 mm<sup>2</sup> yang merupakan hasil pengamatan dibawah mikroskop

Ketajaman penglihatan (*visual acuity*) merupakan kebalikan dari nilai sudut pembeda terkecil yang dikonversi dengan rumus sebagai berikut:

VA =

#### **2.4.2 Sumbu penglihatan**

Menurut Purbayanto *et al.* (2010), sumbu penglihatan (*visual axis*) diidentifikasi untuk mengetahui kebiasaan ikan dalam melihat makanan atau obyek yang lain. Sumbu penglihatan diperoleh setelah nilai kepadatan sel kon tiap bagian dari retina mata diketahui. Daerah retina yang memiliki kepadatan sel kon tertinggi pada bagian *dorso-temporal* dengan perubahan arah pada *dioptr* ke arah depan menurun (*lower-fore*) maka sumbu penglihatan juga akan ke arah depan menurun pada sudut berkisar 20°. Bila kepadatan tertinggi sel kon di bagian *temporal*, maka ada dua kemungkinan untuk perubahan arah pada *dioptr*, jika perubahan arah pada *dioptr* ke arah depan maka sumbu penglihatan juga akan ke arah depan pada sudut 0°, sedangkan perubahan arah pada *dioptr* ke arah depan-naik (*upper-fore*) maka sumbu penglihatan juga akan ke arah depan dan depan-naik (*fore-upper-fore*) pada sudut 30°. Kepadatan tertinggi sel kon di bagian *ventro-temporal*, maka perubahan arah pada *dioptr* ke arah depan-naik (*upper-fore*) maka sumbu penglihatan juga akan ke arah depan-naik (*upper-fore*) pada sudut 30°.

#### **2.4.3 Jarak pandang maksimum**

Menurut Purbayanto *et al.* (2010), jarak pandang maksimum (*maximum sighting distance/MSD*) adalah kemampuan ikan untuk melihat suatu objek benda

secara jelas pada jarak tertentu. Untuk mengetahui kemampuan jarak pandang maksimum ikan, terlebih dahulu perlu diketahui nilai sudut pembeda terkecil/*minimum separable angle* dalam satuan menit. Rumus jarak pandang maksimum sebagai berikut:

$$D =$$

Keterangan :

D : Jarak pandang maksimum

d : Diameter Objek (mm)

$\alpha_{\text{rad}}$  : Sudut pembeda terkecil (menit)

## 2.5 Suara di Perairan

Suara merupakan hasil dari getaran (vibrasi) fisik media. Kita biasa mengenal suara yang ditransmisikan melalui udara, suatu media yang relatif rendah kerapatannya (densitasnya) yang sifat transmisinya kalah dengan air—suatu media yang lebih tinggi kerapatannya, dimana gelombang suara berjalan hampir lima kali lebih cepat dari yang di dalam udara. Untuk menginisiasi energi suara di dalam air diperlukan lebih banyak energi, namun begitu telah muncul suara dalam air merambat mencapai jarak yang jauh dengan tingkat kehilangan yang sangat kecil dan dengan kecepatan tinggi. Lagi pula, transmisi gelombang suara jarak jauh diperkuat oleh pemantulan (refleksi) dari permukaan air, dasar perairan, serta batas-batas lapisan pada suhu berbeda (Saifurridjal *et al.*, 2010).

## 2.6 Organ Penerima Getaran Suara pada

### Ikan

#### 2.6.1 Inner ear

Ikan dihadapkan pada kesulitan mendenagar di dalam air. Kerapatan daging ikan tidak jauh berbeda dengan lingkungannya karena telinga bagian dalam ikan

terbungkus oleh tengkorak maka bunyi dapat di tangkap oleh tulang tengkorak tersebut kemudian diteruskan ke jaringan telinga bagian dalam. Ikan memiliki telinga dalam sebagaimana yang dimiliki manusia yakni kanal semisirkular dan otolit tetapi tidak memiliki telinga luar dan tengah. Telinga dalam pada ikan merupakan organ keseimbangan dan pendengaran. Telinga ikan memiliki dua reseptor, yakni kanal semisirkular yang bertanggungjawab mendeteksi perubahan arah dan otolit yang berperan sebagai indra pendengaran dan melaporkan arah gravitasi. Kombinasi informasi dinamis dan statis dari kedua bagian yang berbeda pada telinga dalam membuat ikan senantiasa dapat beraktivitas secara normal pada malam hari atau selama cahaya kurang. Telinga dalam terdiri dari tiga kanal semisirkular (anterior, posterior dan horizontal) memanjang keluar dari utrikel dan terisi *endolymph*. Bagian dasar kanal membesar seperti ampula dengan sel rambut yang dilindungi kapula. Bagian kapula ini akan bertindak sebagai diafragma untuk mendeteksi cairan yang mengalir pada kanal. Gerakan cairan yang terdapat pada kanal merangsang sensor sel-sel rambut yang terdapat pada dasar kanal (Purbayanto 2010).

### **2.6.2 Gelembung renang**

Gelembung renang berisi gas merupakan organ lain dari ikan yang memiliki kerapatan yang sangat berbeda dengan air dan daging ikan. Namun demikian umumnya gelembung renang tidak berhubungan dengan organ telinga bagian dalam dari ikan. Kelompok ikan *Clupeiformes*, *Holocentridae* dan sejumlah ikan lain memiliki gelembung renang yang khusus yang berhubungan langsung dengan

organ telinga bagian dalam. Ikan-ikan tersebut memiliki pendengaran yang jauh lebih peka. Hal tersebut disebabkan karena gelembung renang berfungsi sebagai resonansi pendengaran maupun saat mengeluarkan frekuensi suara (purbayanto 2010).

### **2.6.3 *Linea lateralis***

Menurut Fujaya (2008), sistem *linea lateralis* tidak didapatkan pada manusia. Sistem ini bekerja sebagai reseptor hidrodinamik sebagaimana telinga dalam atau detektor pergerakan frekuensi rendah sebagai organ pendengaran dalam air. Fungsi-fungsi ini membuat *linea lateralis* penting dalam memulai respons tingkah laku untuk menghindari hambatan sambil berenang, untuk bergerombol, untuk menghindari predator, atau untuk menangkap mangsa.

Sistem *linea lateralis* berperan dalam setiap aktivitas ikan. Kegiatan migrasi ikan misalnya dapat dilakukan karena adanya informasi *linea lateralis* tentang identifikasi kecepatan dan kekuatan arus sehingga dapat membawa mereka ke laut. Dengan mata tertutup ikan dapat berkeliling tanpa menabrak objek karena adanya sistem *linea lateralis*, terutama yang terdapat pada kepala. Pergerakan ikan menghasilkan busur gelombang yang mengelilingi kepala dan busur gelombang yang dikembalikan objek dideteksi oleh *linea lateralis* (Fujaya 2008).

## **2.7 Stress pada Ikan**

Respons stres ikan merupakan tahapan yang didahului oleh respons neuroendokrin yang terjadi setelah faktor stres diterima ikan termasuk proses fisiologisnya, yaitu sistem syaraf dan endokrin. Hormon yang menyebabkan

terjadinya stres dalam tubuh ikan yaitu: hormon katekolamin dan kortikosteroid. Efek lain yang ditimbulkan adalah efek primer dan efek sekunder, dimana efek primer menyebabkan gangguan metabolik dan efek sekunder menyebabkan gangguan osmotik pada sistem neuroendokrin darah. Stres ikan dapat diakibatkan oleh beberapa jenis, yaitu: suhu, tekanan osmotik, racun, infeksi stimulasi (Purbayanto 2010).

## **2.8 Tingkah Laku Ikan terhadap Suara**

Menurut Purbayanto *et al.* (2010), ikan peka terutama terhadap suara-suara berfrekuensi lebih rendah. Kisaran pendengaran yang paling efisien meliputi kisaran sekitar 200-600 Hz (siklus perdetik) dimana bentangan ini adalah yang paling baik divisualisasikan. Sebagai contoh, apabila kita memandang nada C tengah pada skala musik sebanding dengan 256 Hz, satu *octave* merepresentasikan dua kali dari frekuensi ini, maka nada di atas nada C tengah tersebut berarti 512 Hz. Suara pidato manusia mempunyai komponen dasar pada kisaran frekuensi 300-3.000 Hz. Di atas 1.000 Hz, kepekaan pendengaran ikan turun drastis. Bandingkan kisaran ini dengan kepekaan paling tinggi telinga manusia yaitu pada kisaran 20.000 Hz, paling tidak untuk telinga-telinga orang muda.

## **2.9 Tingkah Laku Ikan terhadap suhu**

Menurut APHA (1976) dalam Effendi 2003, pada umumnya, suhu dinyatakan dengan satuan derajat Celsius (°C) atau derajat Fahrenheit (°F).

Pengukuran suhu pada kolam air dengan kedalaman tertentu dapat dilakukan dengan menggunakan *reversing thermometer*, *thermophone*, atau *thermistor*.

Cahaya matahari yang masuk ke perairan akan mengalami penyebaran dan perubahan menjadi energi panas. Proses peyerapan cahaya ini berlangsung secara lebih intensif pada lapisan atas sehingga lapisan atas perairan memiliki suhu yang lebih tinggi (lebih panas) dan densitas yang lebih kecil daripada lapisan bawah. Kondisi ini mengakibatkan statifikasi panas (*thermal stratification*) pada kolom air (Effendie, 2003).

[http://yenisimamora.blogspot.com/2012/12/tingkah-laku-ikan-tongkol\\_6.html](http://yenisimamora.blogspot.com/2012/12/tingkah-laku-ikan-tongkol_6.html)