

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Reproduksi adalah kemampuan individu untuk menghasilkan keturunan sebagai upaya untuk melestarikan jenisnya atau kelompoknya. Tidak setiap individu mampu menghasilkan keturunan, tetapi setidaknya reproduksi akan berlangsung pada sebagian besar individu yang hidup di permukaan bumi ini. Kegiatan reproduksi pada setiap jenis hewanair berbeda-beda tergantung kondisi lingkungan. Ada yang berlangsung setiap musim atau kondisi tertentu setiap tahun. Ikan memiliki variasi yang luas dalam strategi reproduksi agar keturunannya mampu bertahan hidup. Tiga strategi reproduksi yang paling menonjol : (1) Memijah hanya bilamana energi (lipid) cukup tersedia; (2) Memijah dalam proporsi ketersediaan energi; (3) Memijah dengan mengorbankan semua fungsi yang lain, jika sesudah itu individu tersebut mati.

Berdasarkan ke tiga strategi reproduksi tersebut, maka ikan memiliki ukuran dan jumlah telur yang berbeda, tergantung tingkah laku dan habitatnya. Sebagian ikan memiliki jumlah telur banyak, namun ukurannya kecil, sebagai konsekuensi dari sintasan yang rendah. Sebaliknya ikan yang memiliki jumlah telur sedikit, ukuran setiap butir telurnya besar, dan kadang – kadang memerlukan perawatan dari induknya, misalnya ikan tilapia.

Berdasarkan strategi reproduksi yang dimiliki oleh ikan maka dikenal tipe reproduksi seksual dengan fertilisasi internal dan reproduksi seksual dengan fertilisasi eksternal. Reproduksi seksual dengan fertilisasi internal, dilakukan dengan menempatkan sperma dalam tubuh betina sehingga mengurangi kekeringan atau mengatasi kekurangdekatan sperma dan telur sehingga fertilisasi dapat berlangsung. Sedangkan fertilisasi eksternal, merupakan penggabungan dua gamet (sperma dan telur) di luar tubuh masing – masing induk secara terkoordinasi.

**B. Rumusan Masalah**

Menjelaskan tentang reproduksi pada ikan, seksualitas, proses perkembangan gamet jantan dan gamet betina, pemijahan serta pembuahan.

**C. Tujuan**

Tujuan dari penulisan makalah ini adalah untuk mengetahui tentang reproduksi pada ikan, perkembangan gamet jantan dan betina, seksualitas, dan pemijahan serta pembuahan.

## **BAB II**

### **REPRODUKSI**

**A. Seksualitas**

Sebagian besar spesies ikan adalah gonokoristik (*dioecious*), di mana sepanjang hidupnya memiliki jenis kelamin yang sama. Gonokoristik terdiri atas dua kelompok :

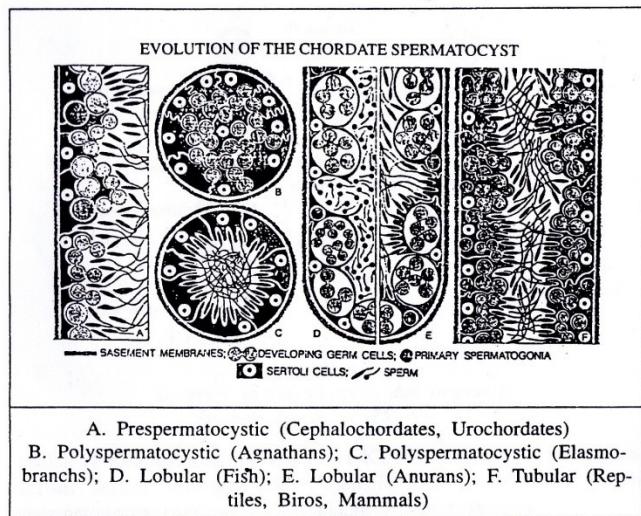
1. Kelompok yang tidak berdiferensiasi, artinya pada waktu juvenil, jaringan gonad dalam keadaan belum dapat diidentifikasi (jantan atau betina)
2. Kelompok yang berdiferensiasi, artinya sejak awal juvenil sudah tampak jenis kelaminnya (jantan atau betina)

Selain gonokoristik, juga dikenal istilah hermaprodit yaitu di dalam tubuh individu ditemukan dua jenis gonad. Bila kedua jenis gonad berkembang secara serentak dan mampu berfungsi, keduanya dapat matang bersamaan atau bergantian maka jenis hermaprodit ini disebut hermaprodit sinkroni. Hermaprodit protandri, bila pada awalnya ikan-ikan tersebut berkelamin jantan namun semakin tua akan berubah kelamin menjadi betina. Juga dikenal istilah hermaprodit protogini.yaitu pada awalnya berkelamin betina namun semakin tua akan berubah kelamin menjadi jantan.

## B. Perkembangan Gamet Jantan

### 1. Spermatogenesis

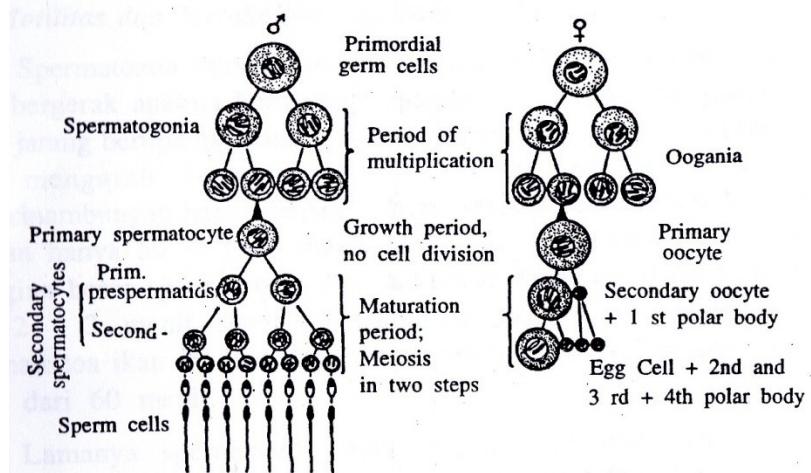
Perkembangan gamet jantan dari spermatogonium menjadi spermatozoa melalui dua tahap, yakni spermatogenesis dan spemiogenesis. Spermatogenesis adalah tahap perkembangan spermatogonium menjadi spermatid, sedangkan spemiogenesis adalah metamorfosa spermatid menjadi spermatozoa. Awal spermatogenesis sitandai dengan berkembang biaknya spermatogonia beberapa kali melalui pembelahan mitosis, untuk memasuki tahap spermatosit primer. Selanjutnya terjadi pembelahan meiosis, dimulai dengan kromosom berpasangan, yang diikuti dengan duplikasi membentuk tetraploid ( $4n$ ). Satu spermatosit primer tetraploid membentuk dua spermatosit sekunder diploid membelah diri menjadi dua spermatid haploid ( $n$ ). Perkembangan sperma dilukiskan pada gambar



Gambar 1.0 evolusi testis kordata, (sumber: Grier, 1992)

## 2. Spermiasi

Proses spermiasi berhubungan dengan pelepasan spermatozoa dari lumen lobulus masuk ke dalam saluran sperma. Pelepasan ini mungkin disebabkan oleh kenaikan tekanan hydrostatik di dalam lobul untuk mengeluarkan cairan – cairan oleh sel – sel sertoli dibawah rangasangan gonadotropin. Spermatozoa kemudian di dorong kedalam sistem pengeluaran, di sini akan bercampur dengan sperma (milt) Ikan rainbow trout tidak mempunyai seminal visecle. Bagian luar dari saluran sperma kelihatan mempunyai beberapa fungsi, yaitu : ada juga yang mengemukakan bahwa hormon steroid dan GtH berguna untuk mengatur komposisi ion pada cairan seminal, akibat akibat terjadinya perubahan – perubahan selama periode proses spermiasi. Perangsangan perkembangan sperma tidak terlepas dari peran serta hormon androgen, yakni testosteron. Sedangkan, testosteron yang memegang peranan utama pada spermatogenesis dan spermiasi adalah 11-Ketotestosteron (11-KT).



Gambar 1.1 Diagram spermatogenesis dan oogenesis (Sumber : Harder, 1975, hlm. 66)

### 3. Biokimiawi Cairan Seminal

Cairan spermatozoa adalah cairan seminal yang dihasilkan dari dehidrasi testis (Harvey dan Hoar, 1979). Kurger dkk, (1979) menyatakan bahwa warna cairan spermatozoa ikan mas adalah keputih – putihan dengan kekentalan yang tinggi, mengandung glukosa 5.70 mg/100ml, lipid 80.69 mg/100ml, plasma protein 0.13 mg/100ml, serta urea 10.75 mg/100ml, pH 7.53. untuk ikan tilapia mossambica, cairan semennya berwarna bening dengan kekentalan rendah, mengandung glukosa 11.53 mg/100ml, lipid 4.73/100ml, plasma protein 0.01 mg/100ml, pH 7.32. sedangkan cairan semen ikan salmon salar mengandung 0.13 – 0.19 % bahan organic (trace protein) dan 0.65 – 0.75 % garam – garam mineral (Ginzburg, 1972). Glukosa yang terdapat di dalam cairan seminal merupakan bahan energetic (Billard, 1995). Komposisi semen beberapa jenis ikan teleostei disajikan pada table 1.0

jenis ikan	SP	DS	GL	FR	AC	G	TL
rainbow trout	17.8	10.7	8.00	0.33	39.72	0.56	10.42
perch	70.8	76.2	4.21	0.47	33.12	3.15	86.57
brown trout	33.5	14.1	4.65	0.23	11.77	2.34	39.44
salmon	21.3	9.2	17.78	0.20	5.49	1.72	35.05
whitefish	19.6	6.8	4.95	0.03	15.03	11.99	-

burbot	66.5	37.5	4.53	0.80	45.13	3.31	54.40
--------	------	------	------	------	-------	------	-------

Sumber : piironen dan Hyvarinen (1983)

Keterangan : SP = spermatrocit (%), DS = kepadatan sperma (x 109/ml  
GL = glukosa, FR = fruktosa, AC = asam sitrat, G = gliserol, TL = total lipid (mg/100ml)

Menurut Linhart dkk ( 1991 dalam Billard, 1995), ion utama dalam cairan seminal adalah K<sup>+</sup> dan Na<sup>+</sup>, namun berbagai literature mengungkapkan variasi yang luas mengenai komposisi ion dalam cairan seminal ikan mas (table 1.1)

#### **Konsentrasi Ion (mM) Dan Osmolaritas Plasma Semen Ikan Mas,**

#### **Menurut Beberapa Penulis ( Nilai Rata – Rata ± s.d )**

pustaka	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Osmolaritas	pH
Clemens dan Grant (1965)	91.3	65.2	12.5	0.02		
Morisawa dkk (1983)	75±3.2	82.4 ± 3.3	2 ± 0.18	0.8 ± 0.004		
Ploudy dan Billard (1982)	51.13	43.5	0.7	0.27		
Kruger dkk (1984)					286 ± 10	7.96 ± 0.00
						1

Sumber : Billard, 1995.

#### **4. Motilitas dan Metabolisme Sperma**

Spermatozoa bersifat immotil dalam cairan plasmanya, dan akan bergerak pabila bercampur dengan air. Pergerakan spermatozoa jarang berupa garis lurus, biasanya mereka berenang menikung atau mengarah berbentuk spiral. Gerak progresif secara berkesinambungan hanya terjadi 1 menit setelah bersentuhan dengan air dan hanya 50 % yang masih dapat berenang setelah 3 menit. Sebagian besar spermatozoa ikan air tawar dapat motil tidak lebih dari 2 – 3 menit setelah bersentuhan dengan air. Sedangkan spermatozoa ikan air laut dapat motil lebih lama bahkan ada yang lebih dari 60 menit.

Lamanya spermatozoa motil dipengaruhi oleh umur dan kematangan spermatozoa, temperatur dan faktor – faktor lingkungan lain seperti ion – ion, pH dan osmolalitas. Sedangkan kecepatan bergeraknya tergantung spesies. Di antara ikan – ikan yang telah diamati pergerakannya

didapatkan bahwa kecepatan pergerakkan maksimum didapatkan pada sperma trout dan whitefish yaitu  $164 - 330 \mu\text{/detik}$ .

Penurunan yang cepat dalam motilitas setelah aktivasi berhubungan dengan pengurangan yang teratur dari kandungan ATP intraseluler. Pada akhir fase motilitas,  $50 - 80 \%$  dari ATP dihidrolisis. Pemulihan potensi motilitas dapat terjadi setelah spermatozoa diinkubasi dalam larutan  $150/200 \text{ mM KCL}$  di mana di dalamnya spermatozoa menjadi immotil (Muller dkk, 1991 dalam Billard dkk, 1995)

Spermatozoa yang tidak teraktivasi secara progressive tetap menunjukkan penurunan dalam konsentrasi ATP mereka (Perchech dkk, 1993 dalam Billard dkk, 1995). ATP dihasilkan dari glikolisis dan dari respirasi mitokondria. Dari pengukuran konsumsi oksigen sperma ikan roach yang tidak teraktivasi di dapatkan sebesar  $164 \mu\text{l O}_2/\text{jam/ml}$  adalah lebih rendah disbanding sperma yang teraktivasi yaitu  $400 \mu\text{l O}_2/\text{jam/ml}$

##### 5. Penyimpanan Sperma di Luar Tubuh

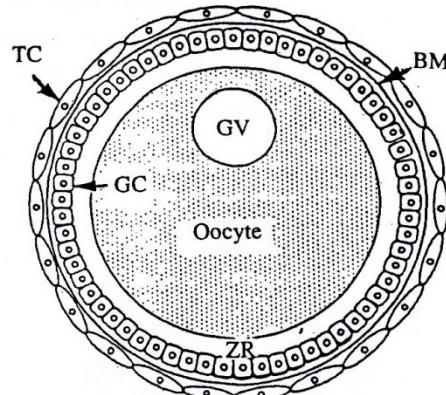
Menurut Davy dan Chouinard (1980), penyimpanan gamet diluar tubuh ikan terutama gamet ikan jantan telah lama dilakukan. Penyimpanan gamet diluar tubuh akan diperoleh beberapa keuntungan diantaranya adalah : (1) dapat mengurangi jumlah ikan jantan yang dipelihara, sehingga biaya pemeliharaan untuk induk ikan jantan dapat diperkecil; (2) dapat dilakukan pembuahan buatan, meskipun waktu kematangan gonad antara induk ikan jantan dan betina tidak sama, (3) memudahkan untuk melakukan persilangan antara jenis – jenis ikan yang waktu matang gonadnya berbeda; (4) memudahkan penerapan teknologi ginogenesis, androgenesis, poliploidisasi dan sebagainya ; (5) dapat mengatasi keterbatasan induk ikan jantan di suatu daerah yaitu melalui transportasi semen dari suatu daerah ke daerah yang memerlukannya. Penyimpanan sebaiknya dilakukan pada suhu dingin misalnya dalam refrigerator dengan suhu  $4^\circ\text{C}$  atau pada es kering dengan suhu  $-76^\circ\text{C}$ , namun untuk penyimpanan dalam waktu yang lama paling baik dilakukan pembekuan semen dalam nitrogen cair (bersuhu  $-196^\circ\text{C}$ )

Dua metode telah digunakan untuk penyimpanan dingin semen ikan : diencerkan atau tidak diencerkan (Stoss, 1983). Selanjutnya dikemukakan

bahwa penggunaan bahan pengencer untuk penyimpanan semen memberikan control yang lebih baik dari kondisi fisik kimia selama penyimpanan.. penyimpanan spermatozoa dengan formulasi bahan pengencer yang tepat dapat memperlama kehidupan spermatozoa dibandingkan dengan penyimpanan yang tidak diencerkan.

### C. Perkembangan Gamet Betina

Perkembangan ganet betina atau disebut juga oogenesis terjadi didalam ovarium. Oogenesis diawali dengan berkembang biaknya oogonium beberapa kali melalui pembelahan mitosis, untuk mempersiapkan tahap oosit primer. Selanjutnya terjadi pembelahan meiosis I, membentuk oosit sekunder dan polar bodi I. Melalui meiosis II oosit sekunder membelah menjadi oosit dan polar bodi II.



Gambar 1.2

Diagram folikel ikan. ZR zona radiata ; GC sel – sel garnulosa; TC sel – sel theca; BM membran dasar; GV germinal vesikel (sumber : Evans, 1993, hlm 512)

Oogenesis adalah proses kompleks yang secara keseluruhan merupakan pengumpulan kuning telur. Secara substansial, kuning telur terdiri atas tiga bentuk, yakni ; kantung kuning telur (yolk vescicles), butiran kuning telur (yolk globule) ; dan tetesan minyak (oil droplet. Kantung kuning telur berisi glikoprotein dan pada perkembangannya selanjutnya, menjadi kortikal alveoli. Butir – butir kuning telur terdiri atas lipoprotein, karbohidrat dan karoten. Oil droplet secara umum terdiri atas gliserol dan sejumlah kecil kolesterol (Hibiya, 1982)

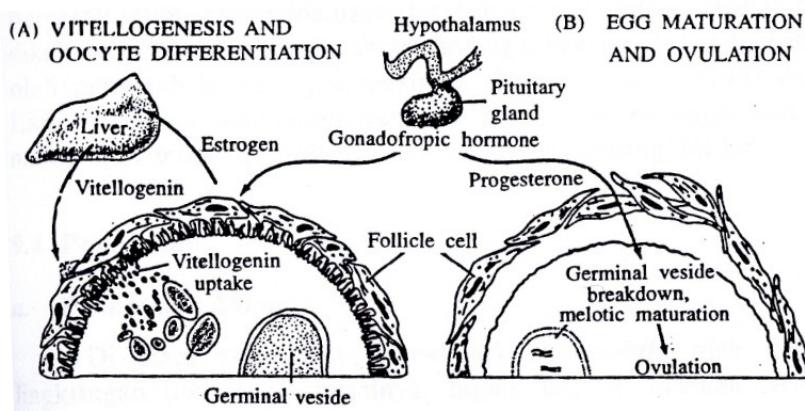
- Tahap-tahap Perkembangan Telur

Menurut Wallace dan Selman (1981 dalam Billard 1992), perkembangan telur ikan secara umum meliputi empat tahap, yakni : awal pertumbuhan, tahap pembentukan kantung kuning telur, tahap vitolegenesis dan tahap pematangan.

Pertumbuhan awal adalah terjadinya pelepasan hormon gonadotropin (GtH-independent) yang dicirikan dengan bertambahnya ukuran nucleus . sejumlah besar dari RNA 95sRNA dan transfer RNA) disimpan dalam sitoplasma sel telur sebagai bekal bagi embrio untuk menghasilkan protein dari dirinya sendiri sebagai cadangan.

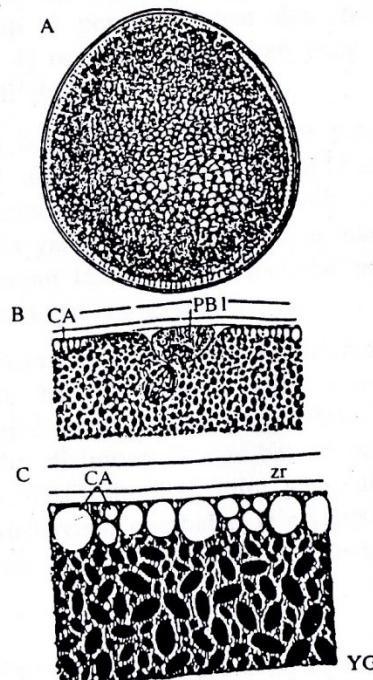
Tahap pembentukan kantung kuning telur, dicirikan dengan terbentuknya kantung atau vesikel. Pada perkembangan telur selanjutnya, kantung kuning telur ini akan membentuk kortikal aveoli yang berisi buti – butir korteks. Tahap ini juga dicirikan dengan terbentuknya zona radiate, perkembangan ekstra seluler, dan bakal korion.

Vitolegenesis, dicirikan oleh bertambah banyaknya volume sitoplasma yang berasal dari luar sel, yakni kuning telur atau disebut juga vitelogenin. Vitelogenin disintesis oleh hati dalam bentuk lipophosphoprotein-calsium komplek dan hasil mobilisasi lipid dari lemak visceral. Selanjutnya, kuning telur dibawa oleh darah dan ditransfer ke dalam sel telur secara endositosis.



Gambar 1.3  
Aksi gonadotropin terhadap sintesis estrogen dan progesteron selama pematangan telur dan ovulsi  
(sumber : Drowder, 1990 dalam Gilbert, 1988)

Tahap akhir dari perkembangan telur adalah tahap pematangan, yakni tahap pergerakan germinal vesikel ke tepid an akhirnya melebur (germinal vesicle break down) selanjutnya membentuk pronuklei dan polar bodi II.



*Gambar 1.4  
Telur matang yang belum terbuahi.*

- (a) Potongan telur sepanjang kutub animal – vegetal
- (b) Letak inti;
- (c) Bagian permukaan telur; YG butir kuning telur; CA kantung korteks; PB I polar bodi I; ZR zona radiata

#### b. Ovulasi

Proses ovulasi terjadi dengan cepat setelah telur mengalami pematangan dan mengakibatkan pecahnya dinding folikel, pada waktu bersamaan sel – sel mikropil yang menutupi lubang mikropil berpisah sehingga spermatozoa dapat menembus korion setelah telur dikeluarkan (oviposition). Pecahnya dinding folikel ini di duga disebabkan oleh pengaruh hormon prostaglandin. Menurut Goetz (1983 dalam Lam, 1985), prostaglandin mungkin merupakan mediator aksi gonadotropin terhadap ovulasi atau pecahnya dinding folikel.

#### D. Pemijahan

##### a. Pemijahan Alami

Di alam pemijahan (*spawning*) dipengaruhi oleh kondisi lingkungan (*eksternal*) misalnya hujan, habitat, oksigen terlarut, daya hantar listrik, cahaya, suhu, kimia, fisika, waktu (malam hari) dan lain – lain. Kondisi lingkungan ini akan mempengaruhi control endokrin untuk menghasilkan hormone – hormone yang mendukung proses perkembangan gonad dan pemijahan.

Berdasarkan daerah pemijahan dikenal adanya ikan : (1) Anadromus, yaitu ikan yang hidup di perairan laut dan melakukan pemijahan di hulu sungai, (2) Katadromus, yaitu ikan yang hidup di sungai dan melakukan pemijahan di samudra (laut) (3) Protodromus, yaitu ikan yang hidup di perairan tawar dan melakukan pemijahan di perairan tawar dan (4) Oceanodromus, yaitu ikan yang hidup di perairan laut dan memijah di perairan yang sama.

Sebagian ikan mengeluarkan telur yang lebih berat dari air, sehingga telur akan tenggelam, tetapi banyak juga ikan yang mengeluarkan telur yang bersifat planktonik. Telur – telur pada sebagian spesies ikan ada yang hanyut, bebas dan ada pula yang melekat di antara satu dengan yang lainnya, atau melekat pada tumbuh – tumbuhan, batu, pasir, dan kayu yang terapung.

Berdasarkan tempat melekatnya telur maka dibagi : (1) plagophyl, telur – telur ikan hanyut dengan bebas dan melekat pada bahan terapung, (2) litipelagophyl, yaitu telur yang dilekatkan diatas batu – batuan, (3) litophyl,yaitu telur disimpan diatas batuan larva ditinggalkan di dasar perairan. (4) fitolitophyl, telur yang dilekatkan pada tumbuh – tumbuhan, kayu – kayuan dan bahan – bahan lain yang terapung atau tenggelam di dasar perairan, dan (5) psamophyl.

Telur – telur yang diletakkan diatas pasir.

b. Induksi Pemijahan

Pada ikan betina, induksi pemijahan dilakukan pada akhir vitelogenesis untuk menginduksi germinal vesicle breakdown (GVBD) yang merupakan akhir pematangan sel telur dan ovulasi serta pemijahan. Induksi pemijahan, dewasa ini banyak dilakukan, yakni dengan menciptakan kondisi lingkungan yang sesuai dengan kondisi di alam sebagai persyaratan untuk pemijahan. Sedangkan untuk merangsang pemijahan walaupun dalam kondisi yang kurang tepat dapat diupayakan dengan pendekatan hormonal.

Berbagai hormone eksogen telah digunakan untuk menginduksi pemijahan, misalnya dengan hipofisisi, penyuntikan hormone LHRH, dan lain – lain. Pada dasarnya, upaya ini dilakukan untuk menambah konsentrasi hormone gonadotropin ke dalam darah sehingga mampu menginduksi perkembangan telur dan pemijahan.

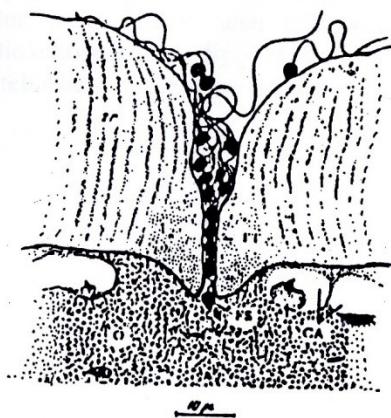
Hipofisisi adalah usaha merangsang ikan yang matang kelamin agar terjadi ovulasi atau pemijahan dengan suntikan ekstrak kelenjar hipofisa. Hipofisisi merupakan metode yang praktis dan sederhana, sering tidak dapat atau sulit

diukur. Kelenjar hipofisa yang digunakan untuk hipofisasi dapat berupa kelenjar yang masih segar maupun yang telah diawetkan.

#### E. Pembuahan

Pembuahan adalah bersatunya oosit (telur) dengan sperma berbentuk zigot. Pada pembuahan ini terjadi pencampuran inti sel telur dan inti sperma. Kedua inti ini masing – masing mengandung gen (pembawa sifat keturunan) sebanyak satu set (haploid)

Hanya satu sperma yang dibutuhkan untuk membuahi satu sel telur (monospermi). Meskipun berjuta – juta spermatozoa dikeluarkan pada saat pemijahan dan menempel pada sel telur tetapi hanya satu yang dapat melewati mikrofil, satu – satunya lobang masuk spermatozoa pada sel telur. Kepala spermatozoa menerobos mikrofil dan bersatu dengan inti sel telur, sedangkan ekornya tertinggal pada saluran mikrofil tersebut dan berfungsi sebagai sumbat untuk mencegah spermatozoa yang lain masuk (gambar)

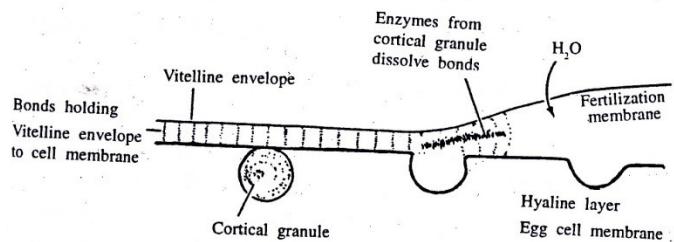


Gambar 1.5

*Telur trout dengan spermatozoa yang berada dalam saluran mikrofil*

(sumber : Ginzburg, 1972, hlm.159)

Cara lain untuk mencegah sel telur untuk mencegah spermatozoa masuk adalah terjadinya reaksi kottikal sehingga mikrofil menjadi lebih sempit dan spermatozoa yang bertumpuk pada saluran mikrofil ter dorong ke luar. Reaksi korteks juga berfungsi membersihkan korion dari spermatozoa yang melekat karena akan mengganggu proses pernapasan zigot yang sedang berkembang. Reaksi korteks diilustrasikan pada gambar



Gambar 1.5  
*Diagram reaksi korteks dan pembentukan ruang perivitelin sesaat setelah sperma masuk ke dalam sel telur*  
(sumber : Gilbert: 1988, hlm.54)

Ada beberapa hal yang mendukung berlangsungnya pembuahan, yakni spermatozoa yang tadinya tidak bergerak dalam cairan plasmanya, akan bergerak setelah bersentuhan dengan air dan dengan bantuan ekornya, bergerak ke arah telur. Selain itu, telur mengeluarkan zat gimnogamon yang berperan menarik spermatozoa ke arahnya.