

**STUDI TENTANG EFEKTIFITAS SISTEM PERENDAMAN ENZIM TRIPSIN  
UNTUK MEMPERCEPAT LAJU PENETASAN EMBRIO IKAN LELE DUMBO  
(*Clarias sp*)**

**SKRIPSI  
PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN  
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana**

Oleh :

**MIFTAKHUR ROHMAH**

**NIM. 0510850044-85**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
MALANG  
2010**

SKRIPSI  
STUDI TENTANG EFEKTIFITAS SISTEM PERENDAMAN ENZIM TRIPSIN  
UNTUK MEMPERCEPAT LAJU PENETASAN EMBRIO IKAN LELE DUMBO  
(*Clarias sp*)

Oleh:  
MIFTAKHUR ROHMAH  
NIM. 0510850044-85

telah dipertahankan didepan penguji  
pada tanggal 21 Juni 2010  
dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui,

Dosen Penguji I

Dosen Pembimbing I

(Ir. Bambang Susilo Widodo)

(Ir. Agoes Soeprijanto, MS)

Tanggal :

Tanggal :

Dosen Penguji II

Dosen Pembimbing II

(Ir. Soelistiyowati)

(Ir. Abdul Rahem Faqih, MS)

Tanggal :

Tanggal :

Mengatahui,  
Ketua jurusan

(Dr. Ir. Happy Nursyam, MS)

Tanggal :

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil mencontek/ jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.



Malang, Juni 2010

MIFTAKHUR ROHMAH

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

- Bapak Ir. Agoes Soeprijanto, MS selaku Dosen Pembimbing I
- Bapak Ir. Abdul Rahem Faqih, MS selaku Dosen Pembimbing II
- Bapak Ir. Bambang Susilo Widodo selaku Dosen Penguji I
- Ibu Ir. Soelistiyowati selaku Dosen Penguji II
- Bapak Prof. Dr. Ir. Rustidja, MS beserta Staff (Bapak Hadi Yitmono dan Bapak Muchlis Zainudin Arif, A.md) Laboratorium Biologi Reproduksi, Pembenihan dan Pemuliaan Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan yang telah membantu memfasilitasi proses penelitian.
- Rekan-rekan penulis yang telah banyak memberikan bantuan ikut berperan dalam memperlancar penelitian dan penulisan ini.

Terimakasih yang mendalam penulis persembahkan kepada kedua orang tua tercinta, atas dorongan yang kuat, kebijaksanaan dan doanya.

Malang, Juni 2010

Penulis

## RINGKASAN

**MIFTAKHUR ROHMAH.** Studi Tentang Efektifitas Sistem Perendaman Enzim Tripsin Untuk Mempercepat Laju Penetasan Embrio Ikan Lele Dumbo (*Clarias sp*) di bawah bimbingan Ir. **AGOES SOEPRIJANTO, MS** dan Ir. **Abdul Rahem FAQIH, MS.**

---

---

Permintaan pasar yang semakin meningkat terhadap ikan lele mendorong dilakukannya peningkatan jumlah produksi ikan lele. Untuk memenuhi permintaan pasar yang semakin meningkat, perlu adanya upaya untuk menciptakan teknik tertentu agar ikan lele dapat dikembangkan dan diproduksi sebanyak mungkin di luar musim ikan lele tersebut memijah. Salah satu usaha untuk memenuhi permintaan pasar adalah dengan cara meningkatkan produksinya tanpa harus menunggu musim ikan lele tersebut memijah yaitu dengan teknik kawin suntik yang dilanjutkan dengan mempercepat waktu penetasannya. Hasil penelitian ini diharapkan akan dapat memberikan informasi tentang teknik mempercepat penetasan embrio ikan lele dumbu (*Clarias sp*).

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Biologi dan Reproduksi Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang pada bulan April - November 2009. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian enzim tripsin dengan lama perendaman yang berbeda terhadap laju penetasan embrio ikan lele dumbu (*Clarias sp*).

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen dengan teknik pengumpulan data melalui observasi selama penelitian. Rancangan percobaannya menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan, 1 kontrol dan 3 kali ulangan. Perlakuan yang digunakan adalah pemberian perlakuan perendaman embrio menggunakan enzim tripsin dengan lama perendaman 2 menit, 2,5 menit, 3 menit dan 3,5 menit. Parameter utama yang diamati adalah persentase tingkat penetasan embrio serta parameter penunjang adalah kualitas air, yang terdiri dari suhu, pH dan oksigen terlarut.

Berdasarkan pengamatan selama penelitian diperoleh data untuk fase perkembangan embrio diperoleh hasil yaitu pada fase morula dan blastula embrio berkembang 100%, baik embrio yang diberi perlakuan maupun embrio yang tidak diberi perlakuan (kontrol). Pada fase gastrula jumlah rata-rata embrio yang berkembang untuk perlakuan 2 menit sebanyak 91,14%, 91,10% untuk perlakuan 2,5 menit, 83,94% untuk perlakuan 3 menit, 90,16% untuk perlakuan 3,5 menit dan pada kontrol berkembang sebanyak 92,31%. Pada fase organogenesis jumlah perkembangan embrio rata-rata pada perlakuan perendaman 2 menit yaitu 75,40%, perlakuan 2,5 menit sebanyak 78,41%, 76,25% untuk perlakuan 3 menit, 73,15% untuk perlakuan 3,5 menit dan untuk kontrol berkembang sebanyak 89,11%.

Pada tingkat daya tetas didapat jumlah embrio yang menetas pada perlakuan perendaman 2 menit sebesar 55,23%, 53,16% untuk perlakuan 2,5 menit, 49,88% untuk perlakuan 3 menit, 43,21% untuk perlakuan 3,5 menit dan kontrol jumlah embrio yang berhasil menetas sebanyak 75,36%. Untuk tingkat kelulushidupan data yang diperoleh adalah 32,27% untuk perlakuan 2 menit, untuk perlakuan 2,5 menit sebanyak 20,52%, 15,08% untuk perlakuan 3 menit

dan sebanyak 7,97% pada perlakuan 3,5 menit sedangkan pada kontrol mencapai 56,12%. .

Dari penelitian yang dilakukan, diketahui bahwa perlakuan perendaman embrio menggunakan enzim tripsin dengan lama perendaman 2 menit merupakan perlakuan terbaik (dilihat dari persentase kelulushidupan perkembangan embrio, tingkat daya tetas dan kelulushidupan larva). Sedangkan untuk waktu penetasan tercepat pada perlakuan perendaman dengan lama waktu 3,5 menit.



## KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah atas berkat dan rahmat Allah SWT penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul "Studi Tentang Efektifitas Sistem Perendaman Enzim Tripsin Untuk Mempercepat Laju Penetasan Embrio Ikan Lele Dumbo (*Clarias sp*)". Di dalam tulisan ini, disajikan pokok-pokok bahasan yang meliputi cara pemijahan ikan lele dumbo secara buatan (teknik kawin suntik) dan cara mempercepat waktu penetasan embrio ikan lele dumbo.

Penyusunan skripsi ini dilakukan sebagai syarat untuk menyelesaikan studi Strata 1 (S-1) pada program studi Budidaya Perairan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang.

Sangat disadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan. Namun demikian penulis berharap semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkannya.

Malang, Juni 2010

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
<b>RINGKASAN</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	x
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xi
<b>1. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Kegunaan Penelitian .....	3
1.5 Hipotesis .....	3
1.6 Tempat dan Waktu .....	3
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
2.1 Biologi Ikan Lele Dumbo .....	4
2.1.1 Klasifikasi.....	4
2.1.2 Morfologi.....	4
2.1.3 Perbedaan Ikan Lele Dumbo Jantan Dan Betina .....	5
2.2 Habitat dan Kebiasaan Makan .....	6
2.3 Perkembangan Telur Ikan .....	7
2.4 Fertilisasi .....	8
2.5 Embriogenesis.....	10
2.5.1 Stadia Pembelahan ( <i>Cleavage</i> ) .....	11
2.5.2 Stadia Morula .....	11
2.5.3 Stadia Blastula.....	11
2.5.4 Stadia Gastrula.....	12
2.5.5 Stadia Organogenesis .....	12
2.6 Penetasan Telur Ikan .....	13
2.7 Struktur Korion Ikan.....	16
2.8 Dekorionisasi .....	17
2.9 Dekorionisasi dengan Enzim Tripsin .....	19
2.10 Kualitas air .....	21
2.10.1 Suhu .....	21
2.10.2 Oksigen terlarut (DO) .....	22
2.10.3 Derajat keasaman (pH) .....	22
<b>3. MATERI DAN METODE PENELITIAN</b> .....	23
3.1 Materi Penelitian .....	23
3.1.1 Bahan .....	23
3.1.2 Alat .....	23



3.2	Metode dan Rancangan Penelitian .....	23
3.2.1	Metode penelitian .....	23
3.2.2	Rancangan penelitian .....	24
3.3	Prosedur Penelitian .....	25
3.3.1	Persiapan Penelitian .....	25
3.3.2	Pelaksanaan Penelitian .....	26
3.3.3	Parameter Uji.....	29
3.3.4	Analisa Data .....	29
<b>4.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>31</b>
4.1	Fase Perkembangan Embrio .....	31
4.1.1	Fase Morula .....	31
4.1.2	Fase Blastula.....	32
4.1.3	Fase Gastrula .....	34
4.1.4	Fase Organogenesis .....	36
4.2	Tingkat Penetasan (HR).....	38
4.3	Kelulushidupan (SR). .....	40
4.4	Rata-rata Tingkat Perkembangan Embrio pada Seluruh Fase.....	42
4.5	Kecepatan Waktu Embrio Menetas.....	44
4.6	Kualitas Air. ....	46
4.6.1	Suhu .....	46
4.6.2	Derajat Keasaman (pH) .....	46
4.6.3	Oksigen Terlarut (DO) .....	46
<b>5.</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>47</b>
5.1	Kesimpulan .....	47
5.2	Saran .....	48
	<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>49</b>
	<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>52</b>

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Perkembangan stadia embrio ikan lele dumbo ( <i>Clarias sp</i> ) pada suhu 28 <sup>o</sup> C.....	15
2. Data tingkat perkembangan embrio ikan lele dumbo ( <i>Clarias sp</i> ) pada fase morula.....	31
3. Data tingkat perkembangan embrio ikan lele dumbo ( <i>Clarias sp</i> ) pada fase blastula .....	33
4. Data tingkat perkembangan embrio ikan lele dumbo ( <i>Clarias sp</i> ) pada fase gastrula .....	34
5. Daftar sidik ragam tingkat penetasan embrio ikan lele dumbo ( <i>Clarias sp</i> ) pada fase gastrula .....	35
6. Data tingkat perkembangan embrio ikan lele dumbo ( <i>Clarias sp</i> ) pada fase organogenesis .....	36
7. Daftar sidik ragam tingkat penetasan embrio ikan lele dumbo ( <i>Clarias sp</i> ) pada fase organogenesis .....	37
8. Data tingkat penetasan embrio ikan lele dumbo ( <i>Clarias sp</i> ) disetiap lama perendaman (%).....	39
9. Daftar sidik ragam tingkat penetasan embrio ikan lele dumbo ( <i>Clarias sp</i> ).....	39
10. Data tingkat kelulushidupan larva ikan lele dumbo ( <i>Clarias sp</i> ) disetiap lama perendaman (%).....	40
11. Daftar sidik ragam tingkat kelulushidupan larva ikan lele dumbo ( <i>Clarias sp</i> ).....	41
12. Data rata-rata tingkat perkembangan embrio pada seluruh fase .....	42
13. Rata-rata kecepatan waktu menetas embrio ikan lele dumbo ( <i>Clarias sp</i> ).....	45

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Ikan Lele Dumbo ( <i>Clarias sp</i> ) .....	4
2. Kelamin induk ikan lele dumbo jantan .....	6
3. Kelamin induk ikan lele dumbo betina .....	6
4. Gambar pembelahan sel ( <i>cleavage</i> ) - organogenesis.....	13
5. Perkembangan embrio fase organogenesis hingga menetas .....	16
6. Struktur korion telur ikan.....	17
7. Struktur kimia enzim tripsin .....	20
8. Denah percobaan.....	25
9. Diagram rata-rata tingkat perkembangan embrio ikan lele dumbo ( <i>Clarias sp</i> ) pada fase morula.....	32
10. Diagram rata-rata tingkat perkembangan embrio ikan lele dumbo ( <i>Clarias sp</i> ) pada fase blastula .....	33
11. Diagram rata-rata tingkat perkembangan embrio ikan lele dumbo ( <i>Clarias sp</i> ) pada fase gastrula .....	35
12. Diagram rata-rata tingkat perkembangan embrio ikan lele dumbo ( <i>Clarias sp</i> ) pada fase organogenesis .....	37
13. Diagram rata-rata tingkat penetasan embrio ikan lele dumbo ( <i>Clarias sp</i> ) disetiap lama perendaman .....	39
14. Diagram rata-rata kelulushidupan larva ikan lele dumbo ( <i>Clarias sp</i> ) disetiap lama perendaman .....	41
15. Diagram rata-rata tingkat perkembangan embrio pada seluruh fase .....	43

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data pengamatan perkembangan embrio pada masing-masing perlakuan.....	52
2. Perhitungan acak lengkap untuk fase perkembangan embrio ikan lele dumbo ( <i>Clarias sp</i> ) selama penelitian .....	55
3. Gambar pengamatan perkembangan embrio dari seluruh perlakuan .....	61
4. Gambar bahan penelitian .....	62
5. Gambar peralatan penelitian.....	63



## 1 PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Ikan lele dumbo (*Clarias sp*) merupakan salah satu komoditas ikan konsumsi yang banyak diminati. Seperti yang dipaparkan oleh Azwar, Wardoyo, Sudradjat, Priyadi dan Saputra (2009) yaitu konsumsi ikan lele sangat cepat peningkatannya di beberapa lokasi terutama di Jawa Timur, Jawa Tengah, Jawa Barat, Jakarta, Sumatera, Kalimantan dan Bali. Peningkatan minat masyarakat untuk mengkonsumsi ikan lele harus diimbangi dengan produksi yang mencukupi. Keunggulan yang dimiliki ikan lele antara lain adalah pemeliharaannya tidak memerlukan teknologi tinggi, hemat penggunaan lahan, hemat penggunaan air dan bisa dikembangkan dengan skala kecil hingga industri, memiliki nilai gizi tinggi dan ekonomis.

Pada dasa warsa terakhir ini permintaan akan benih ikan lele semakin meningkat sejalan dengan diterapkannya pola intensifikasi dan efisiensi produksi. Untuk mengembangkan ikan lele, tentu diperlukan banyak benih. Dalam memenuhi permintaan pasar yang terus meningkat ada beberapa hal yang menjadi kendala antara lain musim pemijahan dan waktu penetasan.

Penetasan kadang-kadang terjadi tidak sesuai dengan waktu yang diperkirakan. Pada saat embrio dalam telur terus berkembang menjadi larva dan akan menetas melalui proses pemecahan cangkang telur. Proses penetasan telur terjadi karena adanya pengaruh kerja mekanik dan kerja enzimatik. Yang pertama adanya kerja mekanik sebab embrio sering mengubah posisi akibatnya kekurangan ruang dalam cangkang atau karena embrio telah lebih panjang dari ruang dalam cangkangnya. Kedua adanya kerja enzimatik, yaitu enzim dan zat kimia lainnya yang dikeluarkan oleh kelenjar endodermal embrio (*korionase*) (Lagler *et al*, 1962 *dalam* Gusrina, 2008).

Sebagai langkah awal untuk mengembangkan teknologi dalam mempercepat laju penetasan telur ikan lele, pada penelitian ini menggunakan dasar kerja enzim yang dihasilkan embrio, yaitu *protease* yang dikeluarkan oleh kelenjar endodermal embrio (*koreonase*) yang dihasilkan pada saat menjelang menetas. Enzim adalah katalisator, molekul ini akan meningkatkan dengan nyata kecepatan reaksi kimia yang tanpa enzim reaksi tersebut akan berlangsung sangat lambat. Enzim meningkatkan kecepatan reaksi dengan cara menurunkan energi aktifitas reaksi yang dikatalisnya (Muchtadi, Palupi dan Astawan, 1992).

Proses penetasan telur dapat dipercepat dengan menggunakan sejenis enzim proteolitik (*protease*) (Rustidja, 2004). *Protease* merupakan enzim hidrolase yang dapat menghidrolisis ikatan peptida pada molekul protein menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana seperti asam amino (Harper, Rodwell dan Mayes, 1979). Salah satu *protease* yang bisa digunakan untuk mempercepat proses penetasan telur adalah enzim tripsin (Rustidja, 2004). Enzim tripsin merupakan *protease* yang hanya menghidrolisis ikatan-ikatan peptida yang gugus karboksilnya disumbang oleh arginin atau lisin (Montgomery *et al*, 1993 dalam Komarudin, 2007).

Mengacu pada referensi di atas, pada penelitian kali ini perendaman embrio ikan lele dumbo (*Clarias sp*) menggunakan enzim tripsin dengan lama perendaman yang berbeda dilakukan mulai fase awal pembelahan atau setelah telur difertilisasi.

## 1.2 Perumusan Masalah

Penetasan kadang-kadang terjadi tidak sesuai dengan waktu yang diperkirakan, sehingga perlu adanya perlakuan atau cara-cara alternatif untuk mengatasi hal tersebut. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan adalah memberi perlakuan perendaman enzim tripsin dengan lama perendaman yang

berbeda yang diujikan pada embrio ikan lele dumbo (*Clarias sp*) sehingga nantinya akan diketahui:

- Apakah perlakuan perendaman embrio menggunakan enzim tripsin berpengaruh terhadap laju penetasan embrio ikan lele dumbo?
- Berapa waktu yang optimal untuk perlakuan perendaman embrio ikan lele dumbo menggunakan enzim tripsin?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perendaman embrio ikan lele dumbo (*Clarias sp*) menggunakan enzim tripsin pada lama waktu perendaman yang berbeda terhadap laju penetasannya.

### 1.4 Kegunaan Penelitian

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai penggunaan enzim tripsin untuk mempercepat penetasan telur ikan khususnya terhadap laju penetasannya.

### 1.5 Hipotesis

Ho : Diduga perendaman embrio menggunakan enzim tripsin dengan lama perendaman yang berbeda tidak berpengaruh terhadap laju penetasan embrio.

H1 : Diduga perendaman embrio menggunakan enzim tripsin dengan lama perendaman yang berbeda berpengaruh terhadap laju penetasan embrio.

### 1.6 Tempat dan Waktu

Penelitian dengan judul “Studi Tentang Efektifitas Sistem Perendaman Enzim Tripsin Untuk Mempercepat Laju Penetasan Embrio Ikan Lele Dumbo (*Clarias sp*)” dilaksanakan di Laboratorium Biologi dan Reproduksi Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya pada bulan April – November 2009.

## 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Biologi Ikan Lele Dumbo (*Clarias sp*)

#### 2.1.1 Klasifikasi

Klasifikasi ikan lele dumbo (Gambar 1) menurut Standar Nasional Indonesia (2000), adalah sebagai berikut :

Filum : Chordata

Kelas : Pisces

Subkelas : Teleostei

Ordo : Ostariophysi

Subordo : Siluroidea

Famili : Clariidae

Genus : *Clarias*

Spesies : *Clarias sp*



**Gambar 1.** Ikan Lele Dumbo (*Clarias sp*)

#### 2.1.2 Morfologi

Ikan lele dumbo memiliki kulit yang licin, berlendir dan sama sekali tidak memiliki sisik. Warnanya hitam keunguan atau kemerahan. Warna kulit ini akan berubah menjadi mozaik hitam putih jika ikan lele sedang dalam kondisi stres dan akan menjadi pucat jika terkena sinar matahari langsung. Memiliki kepala yang panjang, hampir mencapai seperempat dari panjang tubuhnya. Tanda yang



khas dari lele dumbo adalah tumbuhnya empat pasang sungut seperti kumis di dekat mulutnya. Sungut ini berfungsi sebagai alat penciuman serta alat peraba saat mencari makanan. Ikan lele dumbo memiliki 3 buah sirip tunggal, yaitu sirip punggung yang berfungsi sebagai alat berenang, sirip dubur dan sirip ekor yang berfungsi sebagai alat bantu mempercepat dan memperlambat gerakan. Selain itu, lele dumbo juga mempunyai dua sirip berpasangan yaitu, sirip dada dan sirip perut (Bachtiar,2006).

Dalam SNI (2000), dideskripsikan ikan lele dumbo memiliki alat pernapasan tambahan berupa *aborescen* yaitu kulit tipis menyerupai spon, yang mulai terbentuk pada umur 8 hari - 10 hari sehingga dapat mengambil oksigen bebas dari udara dan dapat hidup pada perairan dengan kondisi oksigen yang rendah. Benih ikan lele dumbo cenderung bersifat kanibal terutama pada fase larva.

### 2.1.3 Perbedaan Ikan Lele Dumbo Jantan dan Betina

Menurut Prihatman (2000), ciri-ciri induk lele dumbo jantan dan betina yang telah matang gonad yaitu:

Ciri-ciri induk lele jantan :

- Kepalanya lebih kecil dari induk ikan lele betina.
- Warna kulit dada agak tua bila dibanding induk ikan lele betina.
- *Urogenital papilla* (kelamin) agak menonjol, memanjang ke arah belakang, terletak di belakang anus dan warna kemerahan (Gambar 2).
- Gerakannya lincah, tulang kepala pendek dan agak gepeng.
- Perutnya lebih langsing dan kenyal bila dibanding induk ikan lele betina.
- Bila bagian perut distripping secara manual dari perut ke arah ekor akan mengeluarkan cairan putih kental (spermatozoa)
- Kulit lebih halus dibanding induk ikan lele betina.

Ciri-ciri induk lele betina :

- Kepalanya lebih besar dibanding induk lele jantan.
- Warna kulit dada agak terang.
- Kelamin berbentuk oval (bulat daun), berwarna kemerahan, lubangnya agak lebar dan terletak di belakang anus (Gambar 3).
- Gerakannya lambat, tulang kepala pendek dan agak cembung.
- Perutnya lebih gembung dan lunak.
- Bila bagian perut diurut secara manual dari bagian perut ke arah ekor (*stripping*) akan mengeluarkan cairan kekuning-kuningan (*ovum* atau telur).



**Gambar 2.** Kelamin Induk Lele Jantan



**Gambar 3.** Kelamin Induk Lele Betina

## 2.2 Habitat dan Kebiasaan Makan

Habitat hidup ikan lele dumbo adalah air tawar. Air yang baik untuk pertumbuhan lele dumbo adalah air sungai, air sumur, air tanah dan mata air. Namun, lele dumbo juga dapat hidup dalam kondisi air yang kurang baik seperti di dalam lumpur atau air yang memiliki kadar oksigen rendah. Hal tersebut sangat dimungkinkan karena lele dumbo memiliki insang tambahan yaitu *arborescent* atau biasa disebut dengan *labyrinth*. Alat ini memungkinkan lele dumbo untuk mengambil nafas langsung dari udara sehingga dapat hidup di tempat beroksigen rendah. Alat ini juga memungkinkan lele dumbo untuk hidup di

darat, asalkan udara di sekitarnya memiliki kelembaban yang cukup (Bachtiar,2006).

Pada stadia larva dan benih, jenis ikan lele ini adalah pemakan plankton, khususnya plankton hewani. Pada stadia ikan muda dan dewasa ikan ini bersifat pemakan segala (Wahyudi, 1988 *dalam* Cholik, Poernomo dan Jauzi, 2005).

### 2.3 Perkembangan Telur Ikan

Proses pematangan telur berupa perubahan-perubahan dalam struktur, kedudukan sitoplasma dan juga mencakup fungsi dan fisiologis. Pada telur yang sudah matang bagian terbesar merupakan substansi lemak, karbohidrat dan protein. Bersamaan dengan proses pematangan pada sitoplasma, suatu lapisan pembungkus telur paling luar terbentuk yaitu korion. Antara korion dengan kuning telur terbentuk ruang perivitelin yang berisi suatu cairan (plasma) yang berguna agar sel telur atau embrio dapat bebas berputar dan selalu diliputi plasma (Effendie, 2002).

Perkembangan sel telur (oosit) diawali dari *germ cell* yang didapat dalam lamela dan membentuk oogonia. Oogonia yang tersebar dalam ovarium menjalankan suksesi pembelahan mitosis dan ditahan pada *diploten* dari profase meiosis pertama. Pada stadia ini oogonia dinyatakan sebagai oosit primer. Masa pertumbuhan oosit primer meliputi dua fase. Pertama adalah fase previtelogenesis, ketika fase ini ukuran oosit membesar akibat penambahan volume sitoplasma (*endogenous vitelogenesis*), tetapi belum terjadi akumulasi kuning telur. Kedua adalah fase vitelogenesis, dicirikan dengan terjadinya akumulasi material kuning telur yang disintesis oleh hati, kemudian dibebaskan ke darah dan dibawa ke dalam oosit secara mikropinositosis. Stadium oosit dapat dicirikan berdasarkan volume sitoplasma, penampilan nukleus dan nukleolus serta keberadaan butiran kuning telur. Berdasarkan kriteria ini pula oosit diklasifikasikan menjadi 8 kelas yaitu stadia kromatin, nukleolus, perinukleolus

(yang terjadi atas awal dan akhir nukleolus) stadium *oil drop*, stadium *yolk* primer, sekunder, tersier dan stadium matang.

Chinabut *et al* (1991) dalam Sinjal (2007) membagi oosit *Clarias sp* kedalam 6 kelas, untuk stadia nukleolus dan perinukleolus dikategorikan sebagai stadium pertama dan setiap stadium dicirikan sebagai berikut:

- Stadium 1 :Oogonia dikelilingi satu lapis sel epitel dengan pewarnaan hematoksilin – eosin plasma berwarna merah jambu dengan inti yang besar di tengah.
- Stadium 2 :Oosit berkembang ukurannya, sitoplasma bertambah besar, inti biru terang dengan pewarnaan dan terletak masih di tengah sel. Oosit dilapisi oleh satu lapis epitel.
- Stadium 3 :Pada stadium ini berkembang sel folikel dan oosit membesar dan provitilin nukleoli mengelilingi inti.
- Stadium 4 :Euvitilin inti telah berkembang dan berada disekitar selaput inti. Stadium ini merupakan awal vitelogenesis yang ditandai dengan adanya butiran kuning telur pada sitoplasma. Pada stadium ini, oosit dikelilingi oleh dua lapis sel dan lapisan zona radiata tampak jelas pada epitel folikular.
- Stadium 5 :Stadia peningkatan ukuran oosit karena diisi oleh kuning telur. Butiran kuning telur bertambah besar dan memenuhi sitoplasma dan zona radiata terlihat jelas.
- Stadium 6 :Inti mengecil dan selaput ini tidak terlihat, inti terletak di tepi. Zona radiata, sel folikel dan sel teka terlihat jelas.

#### 2.4 Fertilisasi

Pembuahan atau fertilisasi adalah proses bergabungnya inti sperma dengan sel telur dalam sitoplasma sehingga membentuk zigot, proses ini

merupakan mata rantai awal dan sangat penting pada proses fertilisasi. Laju pembuahan sering digunakan sebagai parameter untuk mendeteksi kualitas telur.

Sperma ikan yang matang terdiri dari kepala, leher dan ekor. Kepala sperma terisi materi inti (nukleoplasma) diantaranya adalah DNA, protamin, non basik protein. Kromosom terdiri dari DNA yang bersenyawa dengan protein. Informasi genetika yang dibawa oleh spermatozoa diterjemahkan dan disimpan dalam molekul DNA. Sperma yang didalamnya terkandung kromosom X akan menghasilkan embrio betina sedangkan sperma yang didalamnya terkandung kromosom Y akan menghasilkan embrio jantan. Ada sperma yang mempunyai *middle piece* sebagai penghubung antara leher dan ekor. Di dalam *middle piece* ini berisi mitokondria yang akan berfungsi untuk metabolisme sperma. Ekor sperma berfungsi memberi gerak maju seperti gerak cambuk. Sedangkan komposisi kimia yang terdapat dalam ekor sperma adalah protein, lechitin dan kolesterol.

Ovulasi merupakan proses keluarnya sel telur (oosit) yang telah matang dari folikel dan masuk ke dalam rongga ovarium atau rongga perut (Nagahama, 1990 dalam Gusrina, 2008). Pelepasan sel telur terjadi akibat telur membesar, adanya kontraksi aktif folikel (bertindak sebagai otot halus) yang menekan sel telur keluar dan juga bisa diakibatkan adanya daerah tertentu pada folikel melemah, membentuk benjolan hingga pecah dan terbentuk lubang pelepasan hingga telur keluar. Enzim yang berperan dalam pemecahan dinding folikel adalah protease iplasmin kemudian diikuti oleh hormone Prostaglandin F<sub>2α</sub> (PGF<sub>2α</sub>) atau *Cotecholamin* yang merangsang kontraksi aktif dari folikel (Gusrina, 2008).

Proses pembuahan terjadi setelah ikan betina mengovulasi telur yang kemudian diikuti oleh ikan jantan untuk mengeluarkan sperma. Telur dan sperma yang baru dikeluarkan dari tubuh induk, mengeluarkan zat kimia yang berguna

dalam proses pembuahan. Zat kimia yang dikeluarkan oleh telur dan sperma dinamakan Gamon. Gamon yang dikeluarkan oleh telur adalah Ginamon I dan Ginamon II. Ginamon I berfungsi untuk mempercepat pergerakan dan menarik spermatozoa dari spesies yang sama secara kemotaksis. Ginamon II berfungsi untuk mengumpulkan dan menahan spermatozoa pada permukaan telur. Sperma mengeluarkan Gamon yang disebut Androgamon I dan Androgamnone II. Androgamon I berfungsi untuk menekan aktifitas spermatozoa ketika masih berada dalam saluran genital ikan jantan. Sedangkan Androgamon II berfungsi untuk membuat permukaan korion menjadi lembek sebagai lawan dari fungsi Ginamon II (Hoar, 1957 *dalam* Effendie, 2002).

Ruang tempat terjadinya pembuahan yaitu pertemuan telur dengan spermatozoa pada ikan ovipar sangat besar, maka kesempatan spermatozoa itu untuk bertemu dengan telur sebenarnya sangat kecil. Untuk mengatasi hal tersebut agar pembuahan berhasil, sperma yang dikeluarkan jumlahnya sangat besar dibandingkan dengan jumlah telur yang akan dibuahi. Dalam kondisi optimum spermatozoa ikan yang baru dikeluarkan dari tubuh mempunyai kekuatan untuk bergerak dalam air selama 1 – 2 menit. Sesaat setelah terjadi pembuahan, isi telur agak sedikit mengkerut karena pecahnya rongga alvioli yang terdapat didalam telur. Dengan kejadian tersebut rongga *perivitellin* lebih membesar sehingga telur yang dibuahi dapat mengadakan pergerakan rotasi selama dalam perkembangannya sampai menetas (Effendie, 2002).

## 2.5 Embriogenesis

Menurut Tang dan Ridwan (2000), embriogenesis merupakan masa perkembangan sejak pembuahan sampai ikan mendapat makanan dari luar. Sedangkan embrio adalah makhluk yang sedang berkembang sebelum makhluk tersebut mencapai bentuk definitif seperti bentuk makhluk dewasa.

Perkembangan embrio dimulai dari pembelahan (*cleavage*), stadia morula, stadia blastula dan stadia gastrula (Gusrina, 2008).

### 2.5.1 Stadia Pembelahan (*Cleavage*)

Pembelahan atau *cleavage* adalah pembelahan zigot secara cepat menjadi unit-unit yang lebih kecil yang disebut blastomer. Stadium pembelahan merupakan rangkaian mitosis yang berlangsung berturut-turut segera setelah terjadi pembuahan yang menghasilkan morula dan blastomer (Gusrina, 2008).

Pembelahan zigot berlangsung cepat sehingga sel anak tidak sempat tumbuh sehingga besar sel anak makin lama makin kecil sesuai tingkat pembelahan. Akibat pembelahan, menghasilkan kelompok sel anak yang disebut morula dan sel anak disebut blastomer. Blastomer melekat satu sama lain oleh kekuatan saling melekat yang disebut tigmotaksis (Tang dan Ridwan, 2000).

### 2.5.2 Stadia Morula

Morula merupakan pembelahan sel yang terjadi setelah sel berjumlah 32 sel dan berakhir bila sel sudah menghasilkan sejumlah blastomer yang berukuran sama akan tetapi ukurannya lebih kecil. Sel tersebut memadat untuk menjadi blastodisk kecil yang membentuk dua lapisan sel. Pada saat ini ukuran sel mulai beragam. Sel membelah secara melintang dan mulai membentuk formasi lapisan kedua secara samar pada kutub animal. Stadia morula berakhir apabila pembelahan sel sudah menghasilkan blastomer (Gusrina, 2008).

### 2.5.3 Stadia Blastula

Blastulasi merupakan proses pembentukan blastula, dimana kelompok sel-sel anak hasil pembelahan berbentuk benda yang relatif bulat dan ditengahnya terdapat rongga. Trophoblast terletak diantara kuning telur dan sel-sel blastoderm dan membungkus semua kuning telur tersebut. Pada blastula ini sudah terdapat daerah yang akan berdiferensiasi membentuk organ-organ tertentu seperti sel-sel saluran pencernaan, notochorda, syaraf dan epiderm,

eksoderm, mesoderm dan endoderm. Bentuk dan fungsi beberapa bagian blastula terjadi melalui diferensiasi yakni sebuah atau sekelompok sel mengalami perubahan secara kimia, bentuk dan fungsi. Diferensiasi kimia merupakan langkah awal untuk diferensiasi-diferensiasi berikutnya dan sifatnya menentukan atau membatasi kegiatan sel ke arah fungsi tertentu (Fujaya, 1999).

#### 2.5.4 Stadia Gastrula

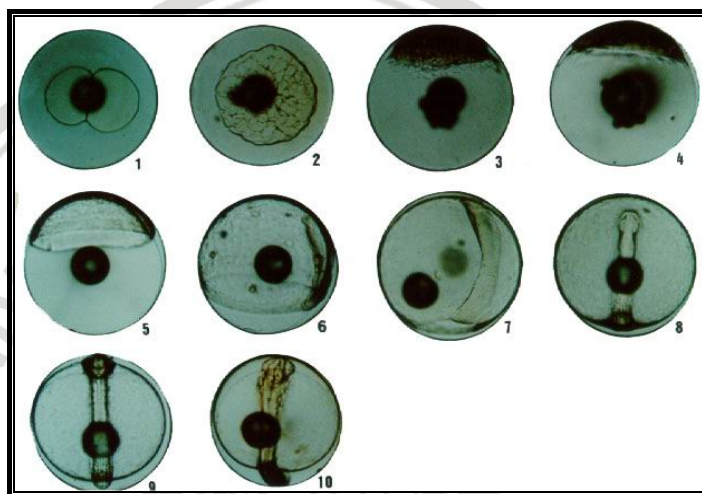
Gastrulasi adalah proses perkembangan embrio, dimana sel bakal organ yang telah terbentuk pada stadia blastula mengalami perkembangan lebih lanjut. Proses perkembangan sel bakal organ ada dua, yaitu epiboli dan emboli. Epiboli adalah proses pertumbuhan sel yang bergerak ke arah depan, belakang dan ke samping dari sumbu embrio dan akan membentuk epidermal, sedangkan emboli adalah proses pertumbuhan sel yang bergerak ke arah dalam terutama di ujung sumbu embrio. Stadia gastrula ini merupakan proses pembentukan ketiga daun kecambah yaitu ektoderm, mesoderm dan endoderm. Pada proses gastrula ini terjadi perpindahan ektoderm, mesoderm, endoderm dan notochord menuju tempat yang definitif. Pada periode ini erat hubungannya dengan proses pembentukan susunan syaraf. Gastrulasi berakhir pada saat kuning telur telah tertutupi oleh lapisan sel. Beberapa jaringan mesoderm yang berada di sepanjang kedua sisi *notochord* disusun menjadi segmen-segmen yang disebut somit yaitu ruas yang terdapat pada embrio (Gusrina, 2008).

#### 2.5.5 Organogenesis

Organogenesis merupakan stadia terakhir dari proses perkembangan embrio. Stadia ini merupakan proses pembentukan organ-organ tubuh makhluk hidup yang sedang berkembang. Dalam proses organogenesis terbentuk berturut-turut bakal organ yaitu syaraf, notochorda, mata, somit rongga kuffer, kantong alfaktor, rongga ginjal, usus, tulang subnotochord, linea lateralis, jantung, aorta, insang infundibulum dan lipatan-lipatan sirip. Sistem organ-organ



tubuh berasal dari tiga buah daun kecambah, yaitu ektodermal, endodermal dan mesodermal. Pada ektodermal akan membentuk organ-organ susunan (sistem) saraf dan epidermis kulit. Endodermal akan membentuk saluran pencernaan beserta kelenjar-kelenjar pencernaan dan alat pernafasan dan mesodermal akan membentuk rangka, otot, alat-alat peredaran darah, alat ekskresi, alat-alat reproduksi dan korium (*chorium*) kulit. Jika proses organogenesis telah sempurna maka dilanjutkan dengan proses penetasan telur (Gusrina, 2008).



**Gambar 4.** Pembelahan cleavage-organogenesis; 1) 2 Sel, 2) Morula awal, 3) Morula akhir, 4) Blastula, 5-7) Gastrula, 8-10) Organogenesis.

## 2.6 Penetasan Telur Ikan

Penetasan adalah perubahan intrakapsular (tempat yang terbatas) ke fase kehidupan (tempat luas), hal ini penting dalam perubahan-perubahan morfologi hewan. Penetasan merupakan saat terakhir masa pengeraman sebagai hasil beberapa proses sehingga embrio keluar dari cangkangnya. Penetasan terjadi karena yang pertama adanya kerja mekanik oleh karena embrio sering mengubah posisinya karena kekurangan ruang dalam cangkangnya atau karena embrio telah lebih panjang dari lingkungan dalam cangkangnya (Lagler, *et al.* 1962 dalam Gusrina, 2008).

Dengan pergerakan-pergerakan tersebut bagian telur lembek dan tipis akan pecah sehingga embrio akan keluar dari cangkangnya. Kedua adanya kerja enzimatik, yaitu enzim dan zat kimia lainnya yang dikeluarkan oleh kelenjar endodermal di daerah pharink embrio. Enzim ini disebut korionase yang terdiri dari pseudokeratin yang kerjanya bersifat mereduksi korion menjadi lembek. Dalam proses ini pH dan suhu memegang peranan. Menurut Hoar dan Randall (1969) dalam Effendie (2002) bahwa pH 7,9 – 9,6 dan suhu 14<sup>o</sup> – 20<sup>o</sup>C merupakan kondisi yang optimum.

Semakin aktif embrio bergerak akan semakin cepat penetasan terjadi. Aktivitas embrio dan pembentukan korionase dipengaruhi oleh faktor dalam dan luar. Faktor dalam antara lain hormon dan volume kuning telur. Hormon tersebut adalah hormon yang dihasilkan kelenjar hipofisa dan tiroid sebagai hormon metamorfosa sedang volume kuning telur berhubungan dengan energi perkembangan embrio. Sedangkan faktor luar yang berpengaruh adalah suhu, oksigen, pH salinitas dan intensitas cahaya. Penetasan telur terjadi bila embrio telah menjadi lebih panjang dari pada lingkaran kuning dan telah terbentuk sirip ekor (Gusrina, 2008).

Pada waktu akan terjadi penetasan, embrio sering mengubah posisinya karena kekurangan ruang dalam cangkang. Dengan pergerakan-pergerakan tersebut bagian telur yang lembik akan pecah. Biasanya pada bagian cangkang yang pecah ujung ekor embrio dikeluarkan terlebih dahulu sambil digerakkan. Kepalanya dikeluarkan terakhir karena ukurannya lebih besar dibandingkan dengan bagian tubuh yang lainnya. Tetapi banyak juga didapatkan kepala yang keluar terlebih dahulu (Effendie, 2002).

Telur ikan lele akan menetas antara 24 – 57 jam dari pembuahan. Selama penetasan telur harus selalu dicek, telur yang sehat berwarna hijau kecoklatan, bila ada telur yang berwarna putih harus segera dibuang untuk menghindari

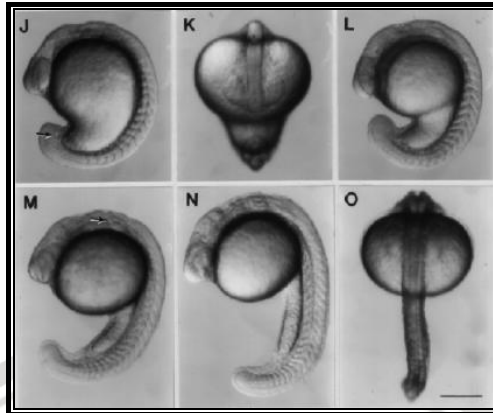
berkembangnya jamur. Perkembangan stadia embrio pada ikan lele telah diamati oleh Volkaert, Hellemans, Galbusera dan Ollevier (1994) yang melakukan pengamatan pada suhu penetasan telur yang optimal adalah 28° C (Tabel 1). Telur ikan lele (*African catfish*) akan menetas setelah 24 jam dengan derajat penetasan 80–100% (Gusrina, 2008).

**Tabel 1.** Perkembangan stadia embrio ikan lele pada suhu 28° C (Volkaert *et al*, 1994).

Waktu (jam)	Stadia Embriolik
0:45	2 sel
1:00	4 sel
1:15	16 sel
1:30	32 sel
1:45	64 sel
2:00	128 sel
2:15	morula
2:30	Awal blastula akhir
2:45	Blastula
4:15	Dimulainya epiboly
4:45	30 % epiboly
5:15	Germinal disk
7:00	60 % epiboly
8:15	90 % epiboly
12:00	1–10 somite
24:00:00	80–100% menetas

Telur-telur yang menetas akan tumbuh menjadi larva. Larva ikan mempunyai kantong kuning telur yang berukuran relatif besar dan berfungsi sebagai makanan. Kantong kuning telur pada larva tersebut akan habis 2-4 hari kemudian. Larva ikan biasanya menempel dan bergerak vertikal. Ciri morfologinya adalah berukuran panjang antara 0,5-0,6 mm dan bobotnya antara

0,18-20 mg (Suseno, 2004). Perkembangan telur dari organogenesis hingga penetasan dapat dilihat pada gambar 5.



**Gambar 5.** Perkembangan embrio dari fase organogenesis hingga menetas, J, K, L : Organogenesis, M, N, O : Penetasan (perkembangan larva).

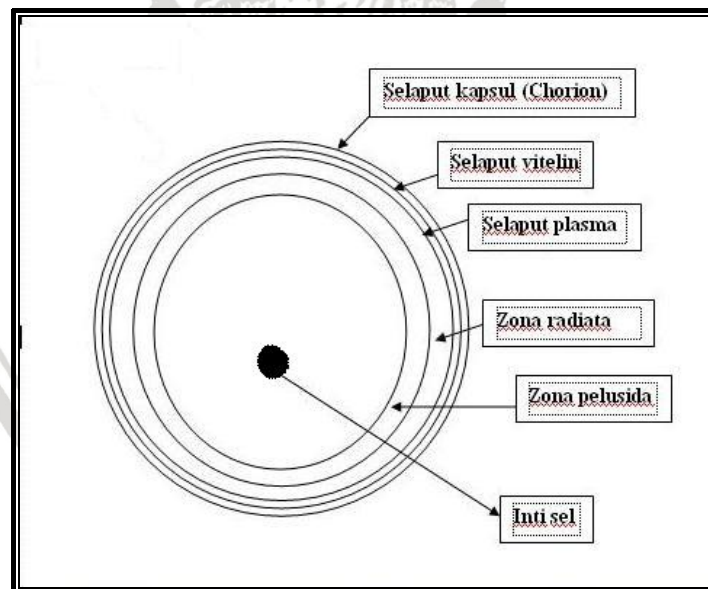
## 2.7 Struktur Korion Telur Ikan

Embrio ikan dilindungi oleh beberapa selaput. Antara selaput satu dengan selaput yang lain semuanya menempel satu sama lain dan tidak terdapat ruang diantaranya. Susunan selaput tersebut terdiri dari korion, membran vitelin, zona radiate dan zona pelusida (Linhart *et al*, 1995 *dalam* Anonymous, 2010). Fungsi korion secara umum adalah untuk melindungi embrio dari pengaruh lingkungan luar yang membahayakan embrio. Namun pada saat terjadi fertilisasi fungsi utama korion adalah untuk mengikat sperma (Yanamagachi (1992) *dalam* Babin, Cerda dan Lubzen (2007)). Membran perivitellin secara fisiologis berfungsi untuk melindungi pertumbuhan embrio dan membantu proses respirasi embrio. Sedangkan fungsi dari keempat lapisan tersebut adalah untuk melindungi embrio dari bakteri patogen (Babin *et al*, 2007).

Struktur tetap penyusun korion telur pada ikan teleostei adalah protein dan glikoprotein (Cotteli, Anrdonico, Brivio dan Lamia, 1988 *dalam* Babin *et al*, 2007). Kelengkapan struktur dan komposisi makromolekuler penyusun korion tersebut berbeda antara spesies satu dengan yang lain. Ketebalan korion suatu spesies

sesuai dengan lingkungan dimana telur tersebut berkembang (Stehr dan Hawkes, 1979 *dalam* Babin *et al*, 2007). Molekul utama penyusun lapisan korion telur ikan adalah 3 – 4 protein dengan massa molekul antara 47 dan 129 kDa (Hyllner, Barber, Larsson dan Haux, 1995 *dalam* Babin *et al*, 2007).

Apabila telur baru keluar dari tubuh induk dan bersentuhan dengan air ada dua hal yang akan terjadi. Pertama selaput korion akan terlepas dengan selaput vitellin dan membentuk ruang. Ruang ini disebut ruang perivitellin. Selaput vitelline merupakan penghalang masuknya air agar tidak masuk ke dalam telur. Proses yang kedua yaitu pengerasan korion. Waktu yang diperlukan untuk pengerasan korion tidak sama bergantung pada ion kalsium yang terdapat dalam air. Menurut Hoar (1957) *dalam* Effendie (2002) telur yang ditetaskan dalam air yang mengandung kalium klorida 0,0001M, selaput korionnya akan lebih keras dari pada telur yang ditetaskan di air suling. Untuk lebih jelasnya, struktur korion telur ikan dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Struktur korion telur ikan (Linhart *et al*, 1995)

## 2.8 Dekorionisasi

Telur yang belum dibuahi bagian luarnya dilapisi oleh selaput yang dinamakan selaput kapsul atau korion. Di bawah korion terdapat selaput yang

kedua dinamakan selaput vitelin. Selaput yang mengelilingi plasma telur dinamakan selaput plasma. Ketiga selaput ini semuanya menempel satu sama lain dan tidak terdapat ruang diantaranya. Lapisan vitelin pada ikan mas mempunyai ukuran ketebalan 10,0 – 10,2  $\mu\text{m}$  dan mempunyai struktur yang kompleks dan terdiri dari 4 lapisan yang penamaannya berbeda berdasarkan penemu. Lapisan bagian luar terdiri 2 bagian berdasarkan perbedaan sitokimia. Dari kedua lapisan ini diketahui kaya akan kandungan protein. Selama oogenesis kuning telur mengakumulasi sejumlah besar *yolk granules* dan lipid yang terisi pada bagian tengah. Diameter granula berkisar antara 6-24 $\mu\text{m}$  (Linhart *et al*, 1995 dalam Anonymous, 2010).

Dekorionisasi merupakan suatu proses penggelupasan korion telur yang terjadi akibat adanya pengaruh dari kerja enzim yang dihasilkan oleh kelenjar endodermal di daerah pharink. Enzim ini dikeluarkan pada saat embrio menjelang menetas (Gusrina, 2008). Pada saat akan terjadi penetasan, kekerasan korion semakin menurun. Hal ini disebabkan oleh substansi enzim dan unsur kimia lainnya yang dikeluarkan oleh kelenjar endodermal di daerah pharink. Enzim ini dinamakan korionase yang terdiri dari pseudokeratin yang kerjanya bersifat mereduksi korion menjadi lembek. Sehingga pada bagian cangkang yang tipis dan terkena korionase akan pecah dan ekor embrio keluar dari cangkang kemudian diikuti tubuh dan kepalanya (Barus dan Wahyuningsih, 2006).

Selain akibat dari pengaruh enzim tersebut, proses dekorionisasi dapat dipercepat dengan cara perendaman embrio menggunakan bahan kimia tertentu yang dapat melunakkan lapisan korion yang melindungi embrio tersebut. Adapun beberapa bahan kimia yang dapat digunakan untuk mempercepat proses dekorionisasi selain dengan enzim yang dihasilkan oleh kelenjar endodermal dari

telur itu sendiri yaitu dengan cara menggunakan sejenis enzim *protease* alkalin (Rustidja, 2004).

## 2.9 Dekorionisasi dengan Enzim Protease

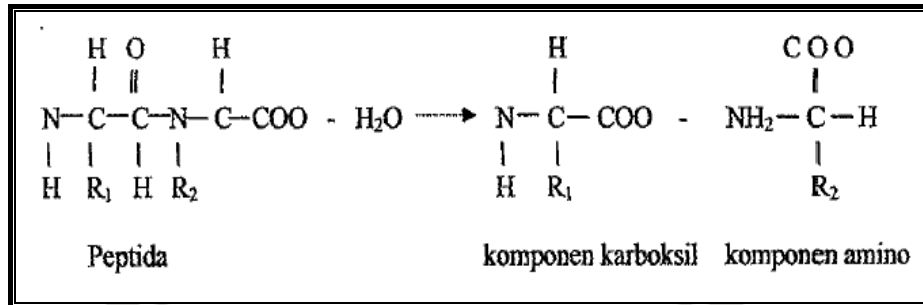
*Protease* atau enzim proteolitik adalah enzim yang memiliki daya katalitik yang spesifik dan efisien terhadap ikatan peptida dari suatu molekul polipeptida atau protein. *Protease* dapat diisolasi dari tumbuhan (papain dan bromelin), hewan (tripsin, kimotripsin, pepsin dan renin). *Protease* yang diekskresi/sekresikan oleh cacing esensial untuk proses perkembangan dan kelangsungan hidup seperti penetasan telur, *molting* dan *exsheathment* parasit (Balqis, 2007).

Enzim *protease* adalah enzim ekstraseluler yang dikeluarkan oleh mikroba, berfungsi menghidrolisis ikatan peptida pada protein, menghasilkan peptida yang lebih sederhana atau dapat pula menghasilkan asam amino. Enzim protease dalam industri pengolahan hasil perikanan dapat dipakai untuk melarutkan protein yang tidak diinginkan misalnya pada pengulitan ikan cumi-cumi, menghilangkan jaringan ikat pada selaput kulit telur ikan terbang, memodifikasi sifat-sifat fungsional konsentrat protein ikan, meningkatkan pengeringan tepung ikan serta memisahkan minyak dari daging ikan (Kartikaningsih, 2005 dalam Komarudin, 2007).

Tripsin merupakan salah satu contoh enzim protease, enzim ini hanya mampu menghidrolisis ikatan-ikatan peptida yang gugus karboksilnya disumbang oleh arginin atau lisin. Tripsin memiliki operasi yang optimal pH sekitar 8 dan optimal temperatur operasi sekitar 37°C (Montgomery, *et al*, 1993 dalam Komarudin, 2007).

Tripsin mampu menghidrolisis protein dan menjadi asam amino, khususnya yang melibatkan asam amino arginin atau lisin. Tripsin digunakan untuk memecah atau mengurai protein secara sempurna karena mampu mengkatalisis

reaksi hidrolisis suatu substrat (Muchtadi *et al*, 1992 dalam Listyowati, 2004). Enzim tripsin dapat menghidrolisis protein dengan jalan memutus ikatan peptida sehingga dihasilkan peptida sederhana dan asam amino bebas. Reaksi hidrolisis enzim tripsin dapat dilihat pada gambar 7.



**Gambar 7.** Reaksi hidrolisis enzim tripsin

Percepatan penetasan telur ini dapat dilakukan menggunakan teknik perendaman telur dengan enzim tripsin. Caranya yaitu dengan melarutkan enzim sebanyak 0,4 – 0,5 gram ke dalam 200 – 300 cc air untuk setiap liter volume telur. Air yang masuk ke dalam inkubator dihentikan dan kemudian larutan yang telah disiapkan dituang secara pelan-pelan ke dalam inkubator dan kemudian diaduk. Setelah 3 – 5 menit biasanya cangkang mulai larut, kemudian air dialirkan kembali dengan tujuan untuk mencuci sisa-sisa larutan sel telur dan telur-telur yang rusak (Rustidja, 2004).

Aktivitas tripsin pada saat tertentu meningkat dengan pesat dalam tahap awal pembelahan dan masih tetap tinggi dalam persiapan penetasan. Namun, aktivitas kimotripsin memuncak ditahap perkembangan embrionik dan menurun secara signifikan dalam tahap terakhir. Hal ini menunjukkan bahwa tripsin sangat penting bagi pemanfaatan kuning telur selama perkembangan embrio dan untuk asimilasi protein untuk larva (Luo Wen, 2007).

Saat embrio mendekati waktu menetas, kelenjar endodermal di daerah pharink mulai menghasilkan enzim korionase yang berfungsi untuk melunakkan korion. Enzim korionase yang dihasilkan cara kerjanya mirip dengan enzim tripsin



yang dihasilkan oleh kelenjar pankreas yaitu untuk mencerna protein. Penggunaan tripsin dalam hal ini adalah untuk membantu tugas enzim korionase yaitu untuk melunakkan korion lebih awal (pada awal pembelahan embrio sebelum embrio menghasilkan enzim korionase). Enzim tripsin melunakkan korion dengan cara memasuki mikropil pada korion kemudian mulai melisiskan membran perivitellin, zona radiata dan sebagian zona pellusida. Untuk menghentikan reaksi pelisisan ketiga lapisan tersebut pada perlakuan perendaman embrio menggunakan enzim tripsin dengan cara pembilasan menggunakan air sebanyak 2 kali 10 ml. Diketahui pada ikan zebra yang diberi perlakuan ini volume telur berkurang sebanyak 0,89 mm dari volume asli 1,09 mm. Dan hanya 54% dari volume sel telur yang tetap mempertahankan susunan korion (Schantz, 1985). Menurut Mizell dan Romig (1997), fase yang baik untuk memberi perlakuan perendaman embrio dengan enzim tripsin adalah pada fase gastrula. Dalam waktu 30 menit setelah perlakuan pada fase ini korion akan mengelupas.

Menurut Hamada, Usui, Onozato dan Yamaha (1986), dekorionisasi pada telur ikan air tawar yang dibuahi telah diuji dalam tripsin dengan kisaran 0.75 % NaCl, 0,02 % KCl, 0,02 % CaCl<sub>2</sub> pada konsentrasi 0,1%, 0,25%, 0,5%, 1%, 2%, 3%, 4% dan 5%. Pada perlakuan ini didapat hasil dekorionisasi yang paling cepat pada kisaran konsentrasi 0,5% dalam waktu 2 menit.

## **2.10 Kualitas Air**

### **2.10.1 Suhu**

Suhu merupakan salah satu faktor penting yaitu sebagai faktor pengendali yang dapat mempengaruhi aktivitas fisiologis dan kimiawi organisme perairan. Suhu pada tubuh ikan cenderung mengikuti perubahan suhu lingkungannya

(Fujaya, 2004). Dalam kegiatan budidaya ikan lele suhu yang cocok berkisar antara 25°C - 30°C (Kordi, 2008).

### 2.10.2 Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen merupakan salah satu gas yang terlarut dalam perairan. Kadar oksigen yang terlarut di perairan alami bervariasi tergantung pada suhu, salinitas, turbidensi air dan tekanan atmosfer. Semakin tinggi suatu tempat dari permukaan laut, tekanan atmosfer semakin rendah. Setiap peningkatan ketinggian suatu tempat sebesar 100 m diikuti dengan penurunan tekanan hingga 8 mm Hg- 9 mm Hg. Pada kolom air, setiap peningkatan kedalaman sebesar 10 m disertai dengan peningkatan tekanan sekitar 1 atmosfer (Cole, 1988 *dalam* Effendi, 2003).

Kandungan oksigen terlarut yang baik untuk kehidupan lele dumbo adalah di atas 3 mg/l, namun ikan lele mempunyai organ pernafasan tambahan (*arborescent organ*), maka ikan lele mampu hidup pada air dengan DO 0-3 mg/l (Viveen *et al*, 1989 *dalam* Handayani 2001). Akan tetapi kondisi ini tidak optimum untuk perkembangan embrio maupun larva. Kandungan oksigen terlarut yang optimum untuk perkembangan embrio dan larva adalah di atas 5 ppm (Effendi, 2003).

### 2.10.3 Derajat Keasaman (pH)

pH air umumnya alkalis yaitu antara 7 – 9. Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH sekitar 7-8,5. Nilai pH sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan, misalnya proses nitrifikasi akan berakhir jika pH rendah (Novonty dan Olem, 1994 *dalam* Effendi, 2003). Sedangkan pH yang optimal untuk kegiatan budidaya ikan lele dumbo adalah 6,5 – 9 (Kordi, 2008)

### 3 MATERI DAN METODE PENELITIAN

#### 3.1 Materi Penelitian

##### 3.1.1 Bahan-bahan Penelitian

- Ikan lele dumbo
- Ovaprim
- Na - fisiologis 0,9%
- Enzim tripsin
- Akuades
- Tissue
- Bulu ayam

##### 3.1.2 Alat-alat Penelitian

- Cawan petri
- Bak inkubasi
- Kotak mika
- Thermometer
- pH meter
- DO meter
- Mikroskop
- Timbangan analitik
- Spuit injeksi
- Obyek glass
- Stop watch
- Aerator
- Mangkuk
- Gelas ukur
- Sectio set
- Kamera digital

#### 3.2 Metode Penelitian dan Rancangan Percobaan

##### 3.2.1 Metode Penelitian

Metode yang digunakan adalah metode eksperimen yaitu mengadakan percobaan untuk melihat suatu hasil atau hubungan kausal antara variabel-variabel yang diselidiki. Tujuan eksperimen adalah untuk menemukan hubungan sebab dan akibat antara variabel. Hasil yang diperoleh menegaskan bagaimana hubungan kausal antara variabel-variabel yang diselidiki dan berapa besar hubungan sebab akibat tersebut, dengan cara memberikan perlakuan tertentu pada beberapa kelompok eksperimental dan menyediakan kontrol untuk

perbandingan. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan observasi langsung atau dengan pengamatan secara langsung (Nazir, 1999).

### 3.2.2 Rancangan Penelitian

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap. Rancangan acak lengkap (RAL) merupakan rancangan yang paling sederhana jika dibandingkan dengan rancangan-rancangan lainnya. RAL umumnya cocok digunakan untuk kondisi lingkungan, alat, bahan dan media yang homogen (Hanafiah, 1991).

Menurut Hanafiah (1991), model umum untuk RAL adalah sebagai berikut :

$$Y = \mu + T + \varepsilon$$

Dimana Y = Hasil percobaan

$\mu$  = Nilai rerata (*mean*) harapan

T = Pengaruh faktor perlakuan

$\varepsilon$  = Pengaruh galat

Dalam penelitian ini, perlakuan yang dikenakan adalah perbedaan lama waktu perendaman embrio ikan lele dumbo menggunakan enzim tripsin. Perlakuan yang diujikan sebanyak 4 perlakuan yang masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Perlakuan dilakukan dengan menempatkan telur yang telah dibuahi dan diberi perlakuan direndam menggunakan enzim tripsin dengan lama waktu perendaman yang berbeda dan perlakuan tanpa perendaman enzim tripsin sebagai kontrol. Perlakuan ditempatkan pada toples kemudian ditempatkan pada bak inkubator sebagai tempat untuk proses perkembangan telur.

Rincian perlakuan yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Perlakuan A = Lama perendaman 2 menit
- Perlakuan B = Lama perendaman 2,5 menit
- Perlakuan C = Lama perendaman 3 menit
- Perlakuan D = Lama perendaman 3,5 menit
- Perlakuan K = Kontrol normal tanpa perlakuan perendaman enzim tripsin

Telur ikan lele diamati setiap waktu, untuk 2 jam pertama diamati setiap 30 menit kemudian dilanjutkan setiap 2 jam sekali. Hal ini dilakukan untuk mengetahui perkembangan embrio di setiap fase dan dilakukan penghitungan embrio yang mampu bertahan hidup. Pengamatan dilakukan menggunakan mikroskop. Penempatan perlakuan dilakukan secara acak dengan denah penelitian sebagai berikut (Gambar 8):

B1	C2	A2	D3	K1
C3	D1	B3	A1	K2
A3	B2	D2	C1	K3

**Gambar 8.** Denah Percobaan

Keterangan:

A, B, C, D = Perlakuan

K = Kontrol

1, 2, 3 = Ulangan

### 3.3 Prosedur Penelitian

#### 3.3.1 Persiapan Penelitian

Persiapan penelitian terdiri dari persiapan alat dan bahan.

a. Persiapan Alat

- Bak induk disiapkan sebagai tempat pemeliharaan induk ikan lele dumbo.
- Bak inkubasi diatur sesuai kebutuhan sebagai tempat inkubasi telur-telur yang telah dibuahi dan yang telah diberi perlakuan perendaman enzim tripsin.
- Kotak mika dicuci dan ditempatkan sesuai denah percobaan sebagai media pertumbuhan telur.
- Cawan petri sebagai tempat sebagian sampel telur yang akan diamati pertumbuhannya di mikroskop.
- Mikroskop sebagai alat untuk mengamati pertumbuhan telur.

b. Persiapan Bahan

- Induk ikan lele jantan dan induk betina yang akan disuntik ditempatkan terpisah.
- Ovaprim yang digunakan merupakan merek dagang yang dikeluarkan oleh Laboratorium Syndell, Kanada.
- Disiapkan larutan enzim tripsin sesuai dengan konsentrasi yang akan diberikan. Larutan enzim tripsin diperoleh dengan cara melarutkan enzim tripsin dengan Na fisiologis 0,9%.

### 3.3.2 Pelaksanaan Penelitian

a. Penyuntikan Hormon Pada Induk Lele

Induk ikan lele yang akan disuntik terlebih dahulu ditimbang berat dan diukur panjangnya. Setelah didapat hasil penimbangan ditentukan dosis hormon yang akan digunakan. Hormon yang digunakan pada penyuntikan ini adalah ovaprim yang dikeluarkan oleh Laboratorium Syndel, Kanada. Dosis yang digunakan adalah 0,5ml untuk 1 kg berat induk. Penyuntikan dilakukan 1 kali

dengan tujuan mengurangi tingkat stres pada induk yang akan dipijahkan. Penyuntikan dilakukan pada punggung yakni di bagian otot yang paling tebal, tepatnya di bagian ujung depan sirip punggung 1cm ke samping kiri atau kanan. Setelah penyuntikan ditunggu *latency time* dengan mengacu pada suhu lingkungan pemeliharaan kemudian dilanjutkan untuk *stripping*.

b. Perlakuan Perendaman Enzim Tripsin

Percepatan penetasan telur dapat dilakukan menggunakan teknik perendaman telur dengan enzim tripsin. Caranya yaitu dengan melarutkan enzim sebanyak 0,4 – 0,5gram ke dalam 200 – 300cc air atau sekitar 0,08% – 0,15% untuk setiap liter volume telur. Air yang masuk ke dalam inkubator dihentikan dan kemudian larutan yang telah disiapkan dituang secara pelan-pelan ke dalam inkubator dan kemudian diaduk. Setelah 3 – 5 menit biasanya cangkang mulai larut, kemudian air dialirkan kembali dengan tujuan untuk mencuci sisa-sisa larutan sel telur dan telur-telur yang rusak (Rustidja, 2004).

Dalam penelitian ini telur yang telah dibuahi diberi perlakuan perendaman menggunakan enzim tripsin dengan konsentrasi 0,5ppm. Besarnya konsentrasi ini mengacu pada referensi di atas serta dari penelitian pendahuluan yang dilakukan yaitu dari 4 perlakuan perendaman menggunakan konsentrasi yang berbeda (konsentrasi 0,2ppm, 0,35ppm, 0,5ppm, dan 0,65ppm) diketahui konsentrasi terbaik yaitu 0,5ppm. Adapun caranya adalah:

- Disiapkan larutan enzim tripsin sesuai dengan konsentrasi yang akan diberikan. Larutan enzim tripsin diperoleh dengan cara melarutkan enzim tripsin dengan Na fisiologis 0,9%. Adapun rumusnya adalah :

Rumus :

$$V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$$

Keterangan :  $V_1$  = volume Na - fisiologis  
 $V_2$  = volume total tripsin + air  
 $N_1$  = banyaknya tripsin yang diperlukan  
 $N_2$  = konsentrasi tripsin absolut

$$V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$$

$$600 \times N_1 = 1000 \times 0,5$$

$$N_2 = 500 / 600$$

$$N_2 = 0,83 \text{ gram}$$

- Banyaknya tripsin yang diperlukan sebanyak 0,83 gram
- Banyaknya Na fisiologis yang ditambahkan sebanyak 600ml
- Larutan enzim tripsin ditaruh pada botol air mineral dan ditutup rapat agar konsentrasi didalamnya tidak berubah (menguap).
- Telur ditempatkan pada masing-masing kotak mika.
- Telur direndam dengan larutan enzim tripsin, masing – masing dengan lama perendaman 2, 2,5, 3, dan 3,5 menit.
- Setelah perlakuan, telur dibilas dengan air aerasi hingga bersih
- Telur dalam kotak mika ditempatkan pada inkubator dan diaerasi.

c. Kontrol Normal

Kontrol normal diperoleh dengan cara mencampur telur dan sperma ikan. Setelah telur dan sperma tercampur, ditambahkan larutan Na Fisiologis kemudian diratakan menggunakan bulu ayam. Selanjutnya telur dicuci menggunakan akuades agar telur yang tidak terbuahi terbuang sehingga tidak menimbulkan bakteri pada tempat pemeliharaan telur. Kemudian telur disebar di dalam wadah pemeliharaan tanpa diberikan perlakuan perendaman enzim tripsin.



- d. Pengamatan Perkembangan Telur
- Telur diambil dengan menggunakan pipet tetes dan diletakkan di atas object glass.
  - Telur diamati di bawah mikroskop, dicatat waktunya dan diambil gambar.
  - Telur yang telah diamati ditempatkan kembali pada kotak mika
  - Pengamatan dilakukan setiap 30 menit selama 2 jam pertama selanjutnya setiap 2 jam sekali.
  - Jumlah telur dihitung disetiap fasenya.

### 3.3.3 Parameter Uji

- a. Parameter Utama

Sebagai parameter utama dalam penelitian ini adalah:

- Keberhasilan jumlah telur yang menetas (HR)

$$HR = \frac{\text{Jumlah telur yang menetas}}{\text{Jumlah telur yang dibuahi}} \times 100\%$$

- Kecepatan waktu penetasan

- b. Parameter Penunjang

Sebagai parameter penunjang dalam penelitian ini adalah kualitas air yang meliputi:

- Suhu yang diukur dengan thermometer
- pH air yang diukur dengan pH meter
- Oksigen terlarut yang diukur dengan DOmeter.

### 3.3.4 Analisa Data

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 kali ulangan untuk masing-masing perlakuan. Untuk mengetahui pengaruh perlakuan digunakan analisis keragaman atau uji F. Apabila nilai F berbeda nyata atau sangat nyata maka dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) untuk

menentukan perlakuan yang memberi respon terbaik. Respon terbaik pada taraf atau derajat kepercayaan 5% dan 1%.

Untuk mengetahui hubungan antara perlakuan dengan hasil yang dipengaruhi digunakan analisa regresi yang bertujuan untuk menentukan sifat dari fungsi regresi yang memberikan keterangan mengenai pengaruh perlakuan yang terbaik pada respon. Selanjutnya untuk mengetahui bentuk kerja antara perlakuan dengan penentuan penelitian dilakukan uji polinomial orthogonal.



## 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Perkembangan embrio

#### 4.1.1 Fase morula

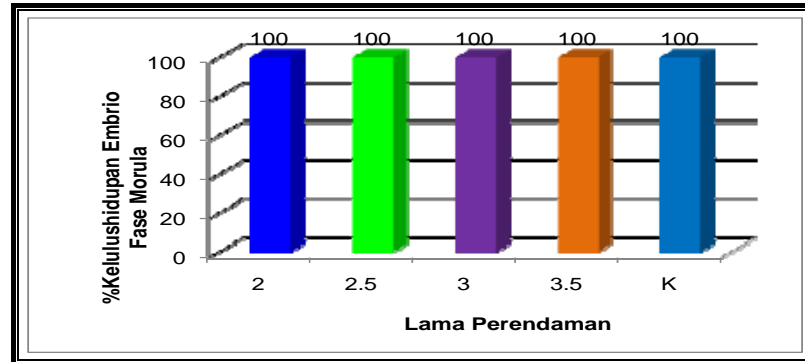
Stadia morula dimulai saat pembelahan mencapai 32 sel. Pada saat ini ukuran sel mulai beragam. Sel membelah secara melintang dan mulai terbentuk formasi lapisan kedua secara samar pada kutub anima (Tang dan Ridwan, 2000).

Data hasil penelitian perlakuan pemberian enzim tripsin dengan lama perendaman yang berbeda terhadap perkembangan dan tingkat penetasan embrio ikan lele dumbo (*Clarias sp*) pada fase morula dipaparkan pada Tabel 2 dan Gambar 9.

**Tabel 2.** Data perkembangan embrio ikan lele dumbo (*Clarias sp*) pada fase morula di setiap lama perendaman (%).

Perlakuan	Ulangan			Jumlah (G)	Rata2
	1	2	3		
2 menit	100	100	100	300	100
2.5 menit	100	100	100	300	100
3 menit	100	100	100	300	100
3.5 menit	100	100	100	300	100
Kontrol	100	100	100	300	100

Diagram hubungan persentase perkembangan embrio ikan lele dumbo antara embrio yang diberi perlakuan perendaman enzim tripsin dengan embrio yang tidak diberi perlakuan perendaman enzim tripsin disajikan pada Gambar 9.



**Gambar 9.** Persentase kelulushidupan embrio ikan lele dumbu (*Clarias sp*) pada fase morula di setiap perlakuan.

Dari tabel dan diagram di atas diketahui hasil dari perlakuan pemberian enzim tripsin dengan lama perendaman yang berbeda terhadap dekontaminasi embrio ikan lele dumbu (*Clarias sp*) yaitu pada fase morula embrio berkembang 100%, baik embrio yang diberi perlakuan maupun embrio yang tidak diberi perlakuan (kontrol). Hal ini menunjukkan bahwa hasil pada setiap perlakuan adalah relatif sama (homogen). Hasil penelitian ini sesuai dengan pernyataan Hallerman, Schneider, Gross, Faras, Hackett, Guise dan Kapuscinski (1988), bahwa telur yang sudah terfertilisasi dan diberi perlakuan perendaman dengan enzim tripsin menunjukkan embrio memiliki kemungkinan untuk hidup dan berkembang sangat baik.

#### 4.1.2 Fase Blastula

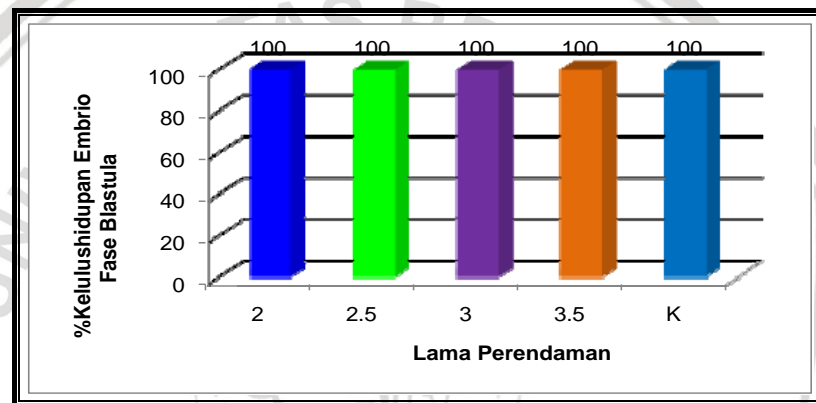
Blastulasi merupakan proses pembentukan blastula, dimana kelompok sel-sel anak hasil pembelahan berbentuk benda yang relatif bulat dan ditengahnya terdapat rongga. Trophoblast terletak diantara kuning telur dan sel-sel blastoderm dan membungkus semua kuning telur tersebut (Fujaya, 1999).

Penelitian perendaman embrio menggunakan enzim tripsin dengan lama perendaman yang berbeda pada fase blastula didapat hasil seperti yang dipaparkan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Data perkembangan embrio ikan lele dumbbo (*Clarias sp*) pada fase blastula di setiap lama perendaman (%).

Perlakuan	Ulangan			Jumlah (G)	Rata2
	1	2	3		
2 menit	100	100	100	300	100
2.5 menit	100	100	100	300	100
3 menit	100	100	100	300	100
3.5 menit	100	100	100	300	100
Kontrol	100	100	100	300	100

Diagram hubungan persentase perkembangan embrio ikan lele dumbbo antara embrio yang diberi perlakuan perendaman enzim tripsin dengan embrio yang tidak diberi perlakuan perendaman enzim tripsin disajikan pada Gambar 10.



**Gambar 10.** Persentase kelulushidupan embrio ikan lele dumbbo (*Clarias sp*) pada fase blastula di setiap perlakuan.

Dari tabel dan diagram di atas dapat diketahui pada fase blastula hasil dari perlakuan perendaman embrio ikan lele dumbbo menggunakan enzim tripsin dengan lama perendaman yang berbeda tidak berpengaruh nyata dengan tingkat kelulushidupan (SR) embrio yang tidak diberi perlakuan (kontrol) adalah sama yaitu 100%.

Hasil dari pemberian perlakuan perendaman embrio menggunakan enzim tripsin menunjukkan bahwa embrio berkembang normal sama dengan hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Schantz (1985), tentang dekorionisasi embrio ikan *Oryzias latipes* dimana embrio tersebut diberi

perlakuan pengikisan korion mulai dari fase awal pembelahan dan hasil menunjukkan perkembangan embrio *Oryzias latipes* berkembang normal.

#### 4.1.3 Fase Gastrula

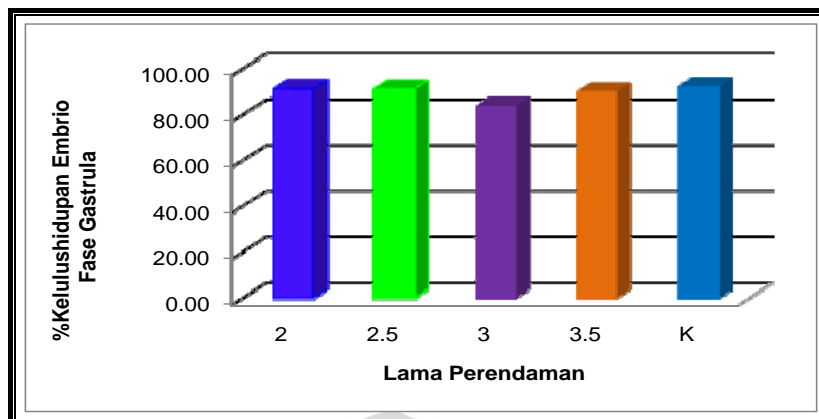
Gastrulasi adalah proses perkembangan embrio, dimana sel bakal organ yang telah terbentuk pada stadia blastula mengalami perkembangan lebih lanjut. Stadia gastrula ini merupakan proses pembentukan ketiga daun kecambah yaitu ektoderm, mesoderm dan endoderm. Pada proses gastrula ini terjadi perpindahan ektoderm, mesoderm, endoderm dan notochord menuju tempat yang definitif. Pada periode ini erat hubungannya dengan proses pembentukan susunan syaraf. Gastrulasi berakhir pada saat kuning telur telah tertutupi oleh lapisan sel. Beberapa jaringan mesoderm yang berada di sepanjang kedua sisi notokorda disusun menjadi segmen-segmen yang disebut somit yaitu ruas yang terdapat pada embrio (Gusrina, 2008).

Selama penelitian dengan perlakuan pemberian enzim tripsin dengan lama perendaman yang berbeda terhadap perkembangan dan tingkat penetasan embrio ikan lele dumbo (*Clarias sp*) didapatkan hasil untuk fase gastrula seperti yang dipaparkan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Data perkembangan embrio ikan lele dumbo (*Clarias sp*) pada fase gastrula di setiap lama perendaman (%).

Perlakuan	Ulangan			Jumlah (G)	Rata2
	1	2	3		
2 menit	96,40	87,50	89,52	273,42	91,14
2.5 menit	84,87	95,69	92,73	273,29	91,10
3 menit	85,84	80,51	85,47	251,82	83,94
3.5 menit	89,81	92,17	88,50	270,48	90,16
Kontrol	94,44	96,59	85,92	276,95	92,32

Diagram hubungan persentase perkembangan embrio ikan lele dumbo antara embrio yang diberi perlakuan perendaman enzim tripsin dengan embrio yang tidak diberi perlakuan perendaman enzim tripsin disajikan pada Gambar 12.



**Gambar 11.** Persentase kelulushidupan embrio ikan lele dumbo (*Clarias sp*) pada fase gastrula di setiap perlakuan.

Setelah data diperoleh dilanjutkan dengan penghitungan sidik ragam untuk mengetahui apakah pemberian perlakuan tersebut memberikan pengaruh yang nyata atau tidak. Hasil penghitungan sidik ragam (pada lampiran 1) yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Daftar sidik ragam tingkat perkembangan embrio ikan lele dumbo pada fase gastrula di setiap perlakuan.

Sidik Ragam	db	JK	KT	F Hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	92,28	30,76	1,86 <sup>ns</sup>	4,07	7,59
Acak	8	132,65	16,58			
Total	11					

F Hit < tabel 5% = tidak berbeda nyata (ns).

Berdasarkan Tabel 5, dapat diketahui bahwa penelitian pada perlakuan perendaman enzim tripsin dengan lama perendaman yang berbeda, tidak berpengaruh nyata terhadap perkembangan embrio ikan lele dumbo (*Clarias sp*) pada fase gastrula, yang berarti menolak H1 dan menerima H0.

Pada fase gastrula jumlah rata-rata embrio yang berkembang untuk perlakuan 2 menit sebanyak 91,14%, 91,10% untuk perlakuan 2,5 menit, 83,94% untuk perlakuan 3 menit, 90,16% untuk perlakuan 3,5 menit dan pada kontrol berkembang sebanyak 92,31%. Dari data ini diketahui baik embrio yang diberi perlakuan maupun kontrol mengalami penurunan.

Kematian ini diakibatkan karena pada fase gastrula merupakan fase yang rawan. Seperti pemaparan Fujaya (1999), gastrulasi ini erat kaitannya dengan pembentukan sistem syaraf (neurolasi) sehingga merupakan periode kritis. Pada proses ini terjadi perpindahan daerah ektoderm, mesoderm dan endoderm serat notokorda menuju tempat yang definitif.

#### 4.1.4 Fase Organogenesis

Organogenesis adalah proses pembentukan alat-alat tubuh makhluk hidup yang sedang berkembang. Sistem organ tubuh berasal dari tiga daun kecambah yakni ektoderm, mesoderm dan endoderm. Dari ektoderm akan terbentuk saluran pencernaan serta kelenjar-kelenjar pencernaan dan pernafasan. Sedangkan dari mesoderm akan terbentuk rangka, otot, sistem peredaran darah, ekskresi, alat reproduksi dan korium kulit. Derivat ektoderm selanjutnya adalah lapisan luar gigi, epitelium olfaktorius, syaraf, lensa mata. Bulu neural muncul dari rigi neural yang terbenam berasal dari ektoderm dan dari bulu neural tersebut terbentuk otak, sumsum tulang belakang serta bagian dari mata yaitu retina, syaraf dan lainnya (Fujaya, 1999).

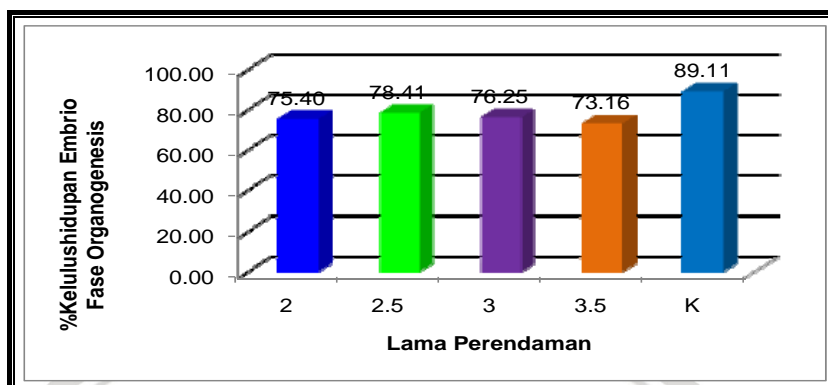
Data hasil penelitian perlakuan perendaman enzim tripsin dengan lama perendaman yang berbeda terhadap perkembangan dan tingkat penetasan embrio ikan lele dumbo (*Clarias sp*) pada fase organogenesis disajikan pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Data perkembangan embrio ikan lele dumbo (*Clarias sp*) pada fase organogenesis di setiap lama perendaman (%).

Perlakuan	Ulangan			Jumlah (G)	Rata2
	1	2	3		
2 menit	72,97	74,17	79,05	226,19	75,40
2.5 menit	69,75	82,76	82,73	235,24	78,41
3 menit	84,07	73,73	70,94	228,74	76,25
3.5 menit	82,41	55,65	81,42	219,48	73,16
Kontrol	90,56	94,15	82,63	267,34	89,11



Diagram hubungan persentase perkembangan embrio ikan lele dumbo antara embrio yang diberi perlakuan perendaman enzim tripsin dengan embrio yang tidak diberi perlakuan perendaman enzim tripsin disajikan pada Gambar 12.



**Gambar 12.** Persentase kelulushidupan embrio ikan lele dumbo (*Clarias sp*) pada fase organogenesis di setiap perlakuan.

Selanjutnya dilakukan penghitungan sidik ragam untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh dari perlakuan yang diberikan. Hasil dari penghitungan sidik ragam (pada lampiran 1) seperti terdapat dalam Tabel 7 berikut ini.

**Tabel 7.** Daftar sidik ragam tingkat perkembangan embrio ikan lele dumbo pada fase organogenesis di setiap perlakuan.

Sidik Ragam	db	JK	KT	F Hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	16,46	5,49	0,15 <sup>ns</sup>	4,07	7,59
Acak	8	291,77	36,47			
Total	11					

F Hit < tabel 5% = tidak berbeda nyata (ns).

Berdasarkan Tabel 7, dapat diketahui bahwa penelitian pada perlakuan perendaman enzim tripsin dengan lama perendaman yang berbeda, tidak berpengaruh nyata terhadap perkembangan embrio ikan lele dumbo (*Clarias sp*) pada pembelahan organogenesis. Hal ini menunjukkan bahwa hasil pada setiap perlakuan adalah relatif sama (homogen).

Jumlah perkembangan embrio rata-rata pada fase organogenesis untuk perlakuan perendaman 2 menit yaitu 75,40%, perlakuan 2,5 menit sebanyak 78,41%, 76,25% untuk perlakuan 3 menit, 73,16% untuk perlakuan 3,5 menit dan

untuk kontrol berkembang sebanyak 89,11%. Pada fase organogenesis jumlah embrio yang berkembang tidak jauh berbeda dengan fase gastrula yaitu untuk embrio yang diberi perlakuan rata-rata mengalami jumlah kematian antara 7% - 17% dan untuk embrio yang tidak diberi perlakuan mengalami kematian hanya 3%.

Pada fase organogenesis persentase kelulushidupan embrio terus menurun, hal ini terjadi akibat adanya peningkatan produksi enzim korionase untuk proses pengelupasan korion. Dengan adanya perlakuan perendaman embrio menggunakan enzim tripsin maka korion akan lebih tipis jika dibandingkan dengan korion normal (hanya 54% volume telur yang tersisa untuk mempertahankan susunan korion akibat dari adanya pengikisan korion oleh enzim tripsin). Akibatnya embrio lebih rawan mengalami kematian karena kurangnya pertahanan tubuh sehingga mudah dipengaruhi oleh lingkungan luar (Schantz, 1985).

#### **4.2 Tingkat Penetasan (*Hatching rate*)**

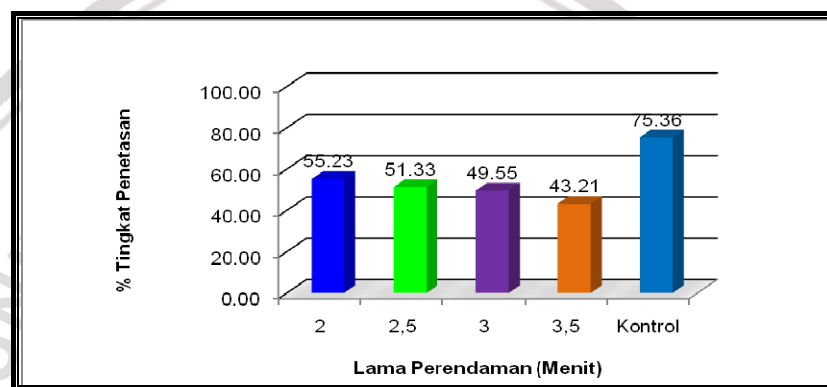
Menetas merupakan saat terakhir masa pengeraman sebagai hasil beberapa proses sehingga embrio keluar dari cangkangnya. Pada saat akan terjadi penetasan kekerasan korion semakin menurun. Hal ini disebabkan oleh substansi enzim dan unsur kimia lainnya yang dikeluarkan oleh kelenjar endodermal di daerah pharing. Enzim ini dinamakan korionase yang terdiri dari pseudokeratine yang kerjanya bersifat mereduksi korion menjadi lunak (Effendie, 2002).

Data hasil penelitian perlakuan pemberian enzim tripsin dengan lama perendaman yang berbeda terhadap perkembangan dan tingkat penetasan embrio ikan lele dumbo (*Clarias sp*) untuk tingkat penetasan disajikan pada Tabel 8.

**Tabel 8.** Data perkembangan embrio ikan lele dumbo (*Clarias sp*) pada tingkat penetasan di setiap lama perendaman (%).

Perlakuan	Ulangan			Jumlah (G)	Rata2
	1	2	3		
2 menit	50,45	60,00	55,24	165,69	55,23
2.5 menit	46,22	57,76	50,00	153,98	51,33
3 menit	59,29	45,76	43,59	148,64	49,55
3.5 menit	43,52	33,91	52,21	129,64	43,21
Kontrol	77,22	75,61	73,24	226,07	75,36

Diagram hubungan persentase perkembangan embrio ikan lele dumbo disajikan pada Gambar 13.



**Gambar 13.** Persentase pada tingkat penetasan embrio ikan lele dumbo (*Clarias sp*) di setiap perlakuan.

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh pemberian perlakuan maka dari data yang diperoleh dilanjutkan dengan penghitungan sidik ragam (pada lampiran 1). Tabel 9 merupakan hasil penghitungan sidik ragam tingkat penetasan embrio ikan lele dumbo.

**Tabel 9.** Daftar sidik ragam tingkat perkembangan embrio ikan lele dumbo pada tingkat penetasan di setiap perlakuan.

Sidik Ragam	db	JK	KT	F Hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	75,78	25,26	1,41 <sup>ns</sup>	4,07	7,59
Acak	8	142,80	17,85			
Total	11					

F Hit < tabel 5% = tidak berbeda nyata (ns).

Berdasarkan Tabel 9, dapat diketahui bahwa penelitian dengan perlakuan perendaman enzim tripsin dengan lama perendaman yang berbeda terhadap dekorionisasi embrio ikan lele dumbo, tidak berpengaruh nyata terhadap

perkembangan embrio ikan lele dumbo (*Clarias sp*) pada tingkat penetasannya, yang berarti menolak H1 dan menerima H0. Hal ini juga berarti pada setiap perlakuan tingkat penetasannya relatif sama (homogen). Seperti terlihat pada Tabel 8 yaitu pada perlakuan perendaman 2 menit sebesar 55,23%, 51,33% untuk perlakuan 2,5 menit, 49,55% untuk perlakuan 3 menit, 43,21% untuk perlakuan 3,5 menit dan kontrol jumlah embrio yang berhasil menetas sebanyak 75,36%.

Persentase penetasan terbaik untuk embrio yang diberi perlakuan perendaman enzim tripsin kurang dari 60%, sedangkan pada kontrol di atas 60%. Hal ini dipengaruhi oleh lama waktu perendaman embrio dengan enzim tripsin dan dosis yang diberikan. Pada hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Hallerman *et al* (1988) pada embrio ikan goldfish (*Carassius auratus*) yang direndam dengan 0,6 mg/l enzim protease yaitu korion dari embrio ikan tersebut berhasil melunak akan tetapi tingkat mortalitasnya di atas 50%.

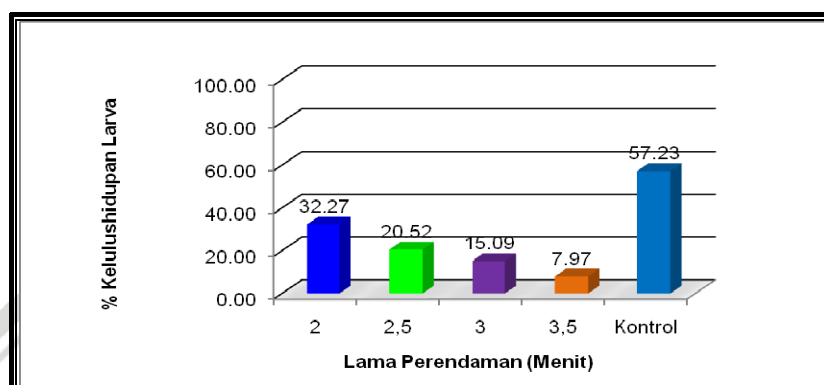
#### 4.3 Kelulushidupan (*Survival rate*) Hari ke 7

Tingkat kelulushidupan diukur berdasarkan jumlah larva yang mampu bertahan hidup dari awal menetas sampai pada akhir waktu penelitian. Data hasil penelitian pemberian perlakuan perendaman enzim tripsin dengan lama perendaman yang berbeda terhadap perkembangan dan tingkat penetasan embrio ikan lele dumbo (*Clarias sp*) pada tingkat kelulushidupan larva pada hari ke 7 dapat dilihat pada Tabel 10.

**Tabel 10.** Data kelulushidupan larva ikan lele dumbo (*Clarias sp*) pada hari ke 7 di setiap lama perendaman (%).

Perlakuan	Ulangan			Jumlah (G)	Rata2
	1	2	3		
2	52,00	22,58	22,22	96,80	32,27
2.5	32,50	18,64	10,42	61,56	20,52
3	22,39	11,11	11,76	45,26	15,09
3.5	4,26	17,95	1,69	23,90	7,97
K	64,29	56,25	51,16	171,70	57,23

Diagram hubungan persentase perkembangan larva ikan lele dumbo dari hasil pemberian perlakuan perendaman menggunakan enzim tripsin dengan embrio yang tidak diberi perlakuan perendaman enzim tripsin disajikan pada Gambar 14.



**Gambar 14.** Persentase kelulushidupan larva ikan lele dumbo (*Clarias sp*) hari ke 7 di setiap perlakuan.

Dari data yang diperoleh dilanjutkan dengan penghitungan sidik ragam (pada lampiran 1) untuk mengetahui perlakuan yang diberikan memberikan pengaruh atau tidak. Tabel 11 adalah hasil penghitungan sidik ragam dari data yang diperoleh.

**Tabel 11.** Daftar sidik ragam tingkat perkembangan larva ikan lele dumbo pada survival rate di setiap perlakuan.

Sidik Ragam	db	JK	KT	F Hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	586,05	195,35	2,80 <sup>ns</sup>	4,07	7,59
Acak	8	557,29	69,66			
Total	11					

F Hit < tabel 5% = tidak berbeda nyata (ns).

Untuk tingkat kelulushidupan, data yang diperoleh adalah 32,27% untuk perlakuan 2 menit, 20,52% untuk perlakuan 2,5 menit, 15,09% untuk perlakuan 3 menit dan 7,97% pada perlakuan 3,5 menit sedangkan pada kontrol mencapai 57,23%. Dari hasil uji statistik diketahui bahwa perlakuan perendaman embrio menggunakan enzim tripsin dengan lama perendaman yang berbeda tidak berpengaruh nyata terhadap tingkat kelulushidupannya.

Pada fase ini diketahui larva yang dihasilkan dari embrio yang diberi perlakuan maupun kontrol persentase kelulushidupannya rendah. Hal ini diakibatkan karena larva merupakan fase yang paling kritis dalam daur hidup ikan. Pada saat kuning telur belum habis dihisap adakalanya larva melakukan pergerakan. Pergerakan ini memerlukan energi. Pengambilan energi terjadi dalam proses katabolisme yaitu penghisapan kembali jaringan tubuh yang sudah dibentuk bertepatan dengan pergerakan yang dilakukan oleh larva itu. Walaupun kuning telur itu masih ada akan tetapi kombinasi kimiawi dari kuning telur itu secara alamiah adalah untuk pembuatan jaringan. Ketika kuning telur hampir habis, terjadi percampuran makanan yaitu dengan dimulainya mengambil makanan dari luar. Yang menjadi persoalan pada waktu pertama kali mengambil makan dari luar ialah makanan yang diambil itu cukup mengandung energi yang dibutuhkan oleh larva itu atau tidak dan juga pada waktu mendapatkan makanan itu menghabiskan banyak energi atau tidak (Laurence, 1969 dalam Effendie, 2002).

#### 4.4 Rata-Rata Tingkat Perkembangan Embrio pada Seluruh Fase

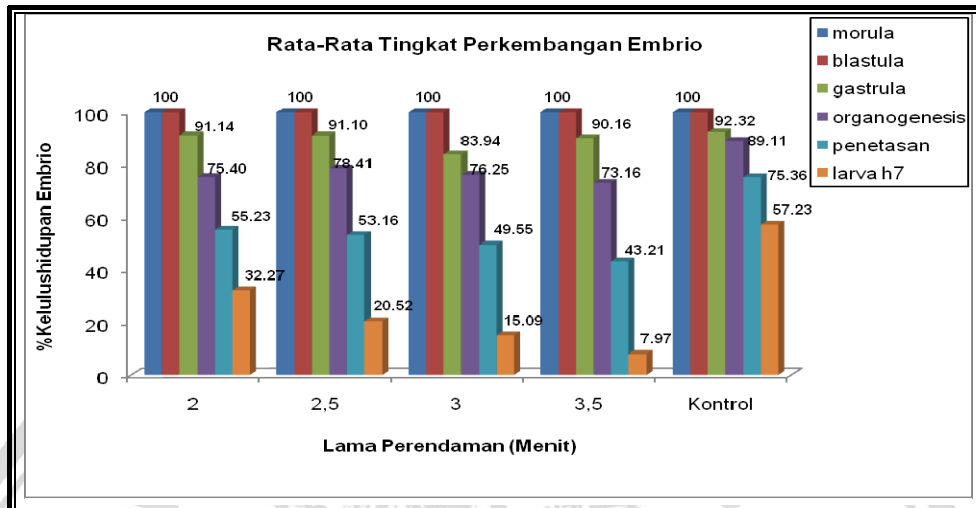
Data hasil penelitian dengan perlakuan pemberian enzim tripsin dengan lama perendaman yang berbeda terhadap perkembangan dan tingkat penetasan embrio ikan lele dumbo (*Clarias sp*) pada seluruh fase disajikan pada Tabel 12.

**Tabel 12.** Data Rata-Rata Tingkat Perkembangan Embrio Ikan Lele Dumbo (*Clarias sp*) pada Seluruh Fase (%).

Perlakuan	Rata-Rata Tingkat Perkembangan Embrio (%)					
	Morula	Blastula	Gastrula	Organogenesis	HR	SR
2 menit	100	100	91,14	75,40	55,23	32,27
2,5 menit	100	100	91,10	78,41	53,16	20,52
3 menit	100	100	83,94	76,25	49,55	15,09
3,5 menit	100	100	90,16	73,16	43,21	7,97
Kontrol	100	100	92,32	89,11	75,36	57,23

Keterangan: HR : tingkat penetasan  
SR : kelulushidupan

Dari data pengamatan rata-rata tingkat perkembangan embrio total ikan lele dumbo (*Clarias sp*) dilanjutkan dengan diagram hubungan antara perlakuan perendaman embrio menggunakan enzim tripsin dengan embrio yang tidak diberi perlakuan perendaman enzim tripsin disajikan pada gambar 15 berikut ini.



**Gambar 15.** Rata-rata tingkat perkembangan embrio ikan lele dumbo (*Clarias sp*) di setiap perlakuan.

Dari hasil penelitian ini dapat diketahui untuk fase morula dan blastula embrio yang diberi perlakuan maupun kontrol berkembang 100%. Memasuki fase gastrula embrio yang diberi perlakuan maupun kontrol mengalami kematian yang persentasenya cukup tinggi. Kematian ini diakibatkan karena pada fase gastrula merupakan fase yang rawan. Seperti pemaparan Fujaya (1999), gastrulasi ini erat kaitannya dengan pembentukan sistem syaraf (neurolasi) sehingga merupakan periode kritis. Pada proses ini terjadi perpindahan daerah ektoderm, mesoderm dan endoderm serat notokorda menuju tempat yang definitif.

Memasuki fase organogenesis embrio mulai aktif memproduksi enzim korionase untuk proses penetasan. Sehingga pada fase organogenesis persentase kelulushidupan embrio yang diberi perlakuan terus menurun. Dengan adanya perlakuan perendaman embrio menggunakan enzim tripsin maka korion akan lebih tipis jika dibandingkan dengan korion normal (hanya 54% volume telur yang tersisa untuk mempertahankan susunan korion akibat dari adanya

perlakuan pengikisan korion oleh enzim tripsin diawal masa pembelahan embrio). Akibatnya embrio lebih rawan mengalami kematian karena tipisnya korion yang melindunginya dari lingkungan luar (Schantz, 1985).

Tingkat penetasan dari embrio yang diberi perlakuan perendaman enzim tripsin dengan lama perendaman yang berbeda hasilnya kurang dari 60%, sedangkan pada kontrol embrio yang berhasil menetas lebih dari 60%. Hal ini dipengaruhi oleh lama waktu perendaman dan dosis yang diberikan. Pada hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Hallerman *et al* (1988) pada embrio ikan goldfish (*Carassius auratus*) yang direndam dengan 0,6 mg/l enzim protease yaitu korion dari embrio ikan tersebut berhasil melunak akan tetapi tingkat mortalitasnya di atas 50%.

Kelulushidupan larva yang dihasilkan dari embrio yang diberi perlakuan maupun larva kontrol hingga hari ke 7 mengalami penurunan. Hal ini diakibatkan kurangnya asupan pakan yang dikonsumsi oleh larva karena larva masih dalam tahap penyesuaian diri untuk dapat mengambil makanan dari luar.

Menurut Effendie (2002), masa kritis dalam daur hidup ikan terdapat dalam tahap larva, tepatnya pada saat sebelum dan sesudah penghisapan kuning telur dan masa transisi mulai mengambil makanan dari luar. Sehubungan dengan hal ini, pergerakan larva atau tingkah laku larva untuk mendapatkan makanan juga kepadatan persediaan makanan yang baik merupakan faktor yang mempengaruhi keberhasilan hidup larva.

#### **4.5 Kecepatan Waktu Menetas**

Menetas merupakan saat terakhir masa pengeraman. Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi telur ikan cepat menetas selain bergantung pada jenis spesiesnya. Faktor internal yang mendorong embrio tersebut cepat menetas adalah karena adanya kerja mekanik dan kerja enzim. Pertama adanya kerja mekanik oleh karena embrio sering mengubah posisinya dalam cangkang



akibat kekurangan ruang dalam cangkang karena semakin panjang ukuran embrio. Kedua adanya kerja enzimatik, yaitu enzim dan zat kimia lainnya yang dikeluarkan oleh kelenjar endodermal di daerah pharink embrio yang disebut enzim korionase (Gusrina, 2008).

Faktor eksternal yang memegang peranan penting pada proses penetasan adalah suhu perairan dan pH perairan. Menurut Blaxter *dalam* Hoar dan Randall (1969) *dalam* Effendie (2002) bahwa pH yang optimum untuk proses penetasan berkisar antara 7,9 – 9,6 dan suhu yang optimum untuk proses penetasan embrio berkisar antara 14°C – 20°C. Berikut adalah data waktu kecepatan menetas dari perlakuan perendaman embrio menggunakan enzim tripsin dengan lama perendaman yang berbeda (Tabel 13).

**Table 13.** Rata-rata kecepatan waktu menetas embrio ikan lele dumbo (*Clarias sp*)

Perlakuan	Ulangan	Waktu Menetas (Fertilisasi pukul 04.00 wib)	Durasi Waktu Menetas	Rata-rata Durasi Waktu Menetas
2 menit	1	03.24	23 jam 24 menit	24 jam 52 menit
	2	05.30	25 jam 30 menit	
	3	05.41	25 jam 41 menit	
2,5 menit	1	04.24	24 jam 24 menit	24 jam 53 menit
	2	05.00	25 jam	
	3	05.15	25 jam 15 menit	
3 menit	1	04.00	24jam	24 jam 32 menit
	2	04.45	24 jam 45 menit	
	3	04.50	24 jam 50 menit	
3,5 menit	1	03.40	23 jam 40 menit	24 jam 27 menit
	2	04.41	24 jam 41 menit	
	3	05.00	25 jam	
Kontrol	1	04.52	24 jam 52 menit	25 jam 10 menit
	2	05.02	25 jam 2 menit	
	3	05.35	25 jam 35 menit	

Dari data yang didapat pada tabel tersebut diketahui bahwa kecepatan penetasan embrio ikan lele dumbo (*Clarias sp*) yang tercepat adalah pada perlakuan lama perendaman 3,5 menit yaitu 24 jam 27 menit dibandingkan

dengan kontrol normal yaitu dengan lama waktu penetasan 25 jam 10 menit, sehingga dapat disimpulkan bahwa perlakuan perendaman enzim tripsin ini dapat mempercepat penetasan embrio ikan lele (*Clarias sp*).

#### **4.6 Kualitas air**

##### **4.6.1 Suhu**

Selama penelitian media pemeliharaan (dalam inkubator) diperoleh kisaran nilai suhu sebesar 25°C - 27°C. Kondisi ini sesuai dengan kisaran suhu yang baik untuk kehidupan lele dumbo yaitu antara 25°C - 30°C (Kordi,2008).

##### **4.6.2 Derajat Keasaman (pH)**

Nilai rata-rata pH selama penelitian berkisar antara 7 sampai 8,5. Nilai pH pada media tidak cenderung tetap, hal ini terjadi karena suhu di ruangan tetap stabil. Nilai pH tersebut sesuai dengan pemaparan Kordi (2008), bahwa pH yang optimum untuk kehidupan ikan lele dumbo adalah 6,5 – 9,0.

##### **4.6.3 Oksigen Terlarut (DO)**

Kandungan oksigen (DO) yang didapat selama penelitian rata-rata antara 4,72 sampai 4,94 ppm. Kondisi ini sesuai dengan kandungan oksigen terlarut yang baik untuk kehidupan lele dumbo adalah di atas 3 mg/l, namun ikan lele mempunyai organ pernafasan tambahan (*arborescent organ*), maka ikan lele mampu hidup pada air dengan DO 0-3 mg/l (Viveen *et al*, 1989 dalam Handayani 2001). Akan tetapi kondisi ini tidak optimum untuk perkembangan embrio maupun larva. Kandungan oksigen terlarut yang optimum untuk perkembangan embrio dan larva adalah di atas 5 ppm (Effendi, 2003).

## 5 KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian tentang "Studi Tentang Efektifitas Sistem Perendaman Enzim Tripsin Untuk Mempercepat Laju Penetasan Embrio Ikan Lele Dumbo (*Clarias sp*)" dapat disimpulkan bahwa:

- Perlakuan perendaman embrio menggunakan enzim tripsin dengan lama perendaman yang berbeda (2 menit, 2,5 menit, 3 menit dan 3,5 menit) tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap fase perkembangan embrio yaitu fase morula, fase blastula, fase gastrula, fase organogenesis, tingkat penetasan (*hatching rate*) dan kelulushidupan larva (*survival rate*).
- Berdasarkan pengamatan pada fase morula dan fase blastula diperoleh nilai persentase perkembangan embrio yang sama yaitu embrio berkembang 100%, fase gastrula 91,14% pada perlakuan 2 menit, untuk fase organogenesis tertinggi pada perlakuan perendaman 2,5 menit sebanyak 78,41%, pada tingkat penetasan tertinggi adalah perlakuan perendaman 2 menit 55,23% dan kelulushidupan larva sebanyak 32,27%
- Perlakuan perendaman embrio menggunakan enzim tripsin dengan lama perendaman yang berbeda memberikan pengaruh terhadap percepatan penetasannya. Dari perlakuan ini diketahui bahwa kecepatan penetasan embrio ikan lele dumbo (*Clarias sp*) yang tercepat adalah pada perlakuan lama perendaman 3,5 menit yaitu 24 jam 27 menit sedangkan pada kontrol waktu penetasannya adalah 25 jam 10 menit.

## 5.2 Saran

Dari penelitian tentang “Studi Tentang Efektifitas Sistem Perendaman Enzim Tripsin Untuk Mempercepat Laju Penetasan Embrio Ikan Lele Dumbo (*Clarias sp*) “yang dilakukan dapat disarankan agar faktor-faktor penunjang (kualitas air) lebih diperhatikan lagi atau dioptimalkan agar kegiatan budidaya berhasil dengan baik.



## DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 2010. **Selaput Kapsul Telur Ikan**.  
<http://aquarium.files.wordpress.com/2007/12/vittelogenesis.pdf>. 11 April 2010 pukul 02.18 WIB
- Azwar, Z. I., S. E. Wardoyo, A. Sudradjat, A. Priyadi, dan A. Saputra. **Analisis Kebijakan Pengembangan Budidaya Ikan Lele**. Proyek Pengembangan Ekonomi Masyarakat Pedesaan, Bappenas. Jakarta
- Babin, J.P., J. Cerda, and E. Lubzen. 2007. **The Fish Oocyte: From Basic Studies to Biotechnological Applications**. Springer. Netherland. 513 hlm.
- Bachtiar, Y. 2006. **Panduan Lengkap Budidaya Lele Dumbo**. Agromedia Pustaka. Jakarta
- Balqis, U. 2007. **Purifikasi dan Karakterisasi Protease dari Ekskretori/Sekretori Stadium L3 *Ascaridia galli* dan Pengaruhnya Terhadap Pertahanan dan Gambaran Histopatologi Usus Halus Ayam Petelur**. Institut Pertanian Bogor. <http://www.damandiri.or.id/file/ummubalqisipbbab5.pdf>. Diakses tanggal 18 Mei 2009
- Barus, T. A. dan H. Wahyuningsih. 2006. **Ikhtiologi**. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara. E-Learning/Iktologi/Textbook/Cover%20buku%20ajar%20(ikhtiologi).htm. Diakses tanggal 5 Agustus 2007
- Cholik, F., A. G. Jagatraya, R. P. Poernomo, dan Jauzi, A. 2005. **Akuakultur Tumpuan Harapan Masa Depan Bangsa**. Victoria Kreasi Mandiri. Jakarta. 415 hlm.
- Effendi, H. 2003. **Telaah Kualitas Air**. Kanisius. Yogyakarta. 258hlm.
- Effendie, M. I. 2002. **Biologi Perikanan**. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta. 163 hlm.
- Fujaya, Y. 1999. **Fisiologi Ikan**. Jurusan Perikanan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanudin. Ujung Pandang. 216 hlm.
- Gusrina. 2008. **Budidaya Ikan Jilid 1**. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta. 160 hlm.
- Hallerman, E. M., J. F. Schneide, M. L. Gross, A. J. Faras, P.B. Hackett, K. S. Guisef, and A. R. Kapuscinski. 1988. **Enzymatic Dechoriation of Goldfish, Walleye and Northern Pike Eggs**. Transactions of the American Fisheries Society Article: pp. 456–460.

- Hamada, K., K. Usui, H. Onozato, and E. Yamaha. 1986. **A Method For Dechoriation In Goldfish *Carassius auratus***. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries. 52(11).
- Hanafiah, K. A. 1991. **Rancangan Percobaan**. Raja Grafindo Persada. Jakarta. 259 hlm.
- Komarudin. 2007. **Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Etanol Panas Dan Penambahan Enzim Protease Terhadap Keberhasilan Pengaktivasian (Parthenogenesis) Telur Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*)**. Universitas Brawijaya. Malang (tidak diterbitkan)
- Luo W., Y. Zhao, Z. Zhou, C. An, and Q. Ma. 2007. **Digestive Enzyme Activity and mRNA Level of Trypsin Inembryonic Redclaw Crayfish, *Cherax quadricarnatus***. Chinese Journal of Oceanology and Limnology. Science Press, co-published with Springer-Verlag GmbH. 26: 62 – 68.
- Mizell, M. and E. S. Romig. 1997. **The Aquatic Vertebrate Embryo As A Sentinel For Toxin: Zebrafish Embryo Dechoriation And Perivitelline Space Microinjection**. Tulane University, New Orleans. LA. Int. J. Dev. Biol, 41: 411 – 423.
- Nazir. 1999. **Metode Penelitian**. Ghalia Indonesia. Jakarta. 597 hal.
- Prihatman, 2000. **Budidaya Ikan Lele**. <http://www.ristek.go.id>. Diakses tanggal 5 Mei 2009
- Rustidja. 2004. **Pemijahan Buatan Ikan-Ikan Daerah Tropis**. Bahtera Press. Malang. 191 hlm.
- Sarwono, B. 2007. **Beternak Lele Dumbo**. Agromedia Pustaka. Jakarta. 52 hlm.
- Sativa, O. 2008. **Pengaruh Lapisan Biofilm Terhadap Kelulushidupan Dan Pertumbuhan Larva Ikan Nilem (*Osteochilus hasseltii* CV)**. Universitas Padjadjaran Bandung. Jatinangor. (tidak diterbitkan)
- Schantz, R. A. 1985. **Cytosolic Free Calcium-Ion Concentration in Cleaving Embryonic Cells of *Oryzias latipes* Measured with Calcium-selective Microelectrodes**. Kansas State University, Manhattan. Kansas
- Sinjal, H. J. 2007. **Kajian Penampilan Reproduksi Ikan Lele (*Clarias gariepinus*) Betina Melalui Penambahan Ascorbyl Phosphate Magnesium Sebagai Sumber Vitamin C Dan Implantasi Dengan Estradiol-17 $\beta$** . Institut Pertanian Bogor. Bogor
- SNI. 2000. **Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus* x *C.fuscus*) Kelas Benih Sebar**. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta
- Suseno, D. 2004. **Pengelolaan Usaha Pembenihan Ikan Mas**. Penebar Swadaya. Jakarta

Sutisna, D. H. Dan R. Sutarmanto. 1995. **Pembenihan Ikan Air Tawar**. Kanisius. Yogyakarta. 135hlm.

Tang, U.M. dan A. Ridwan. 2000. **Biologi Reproduksi Ikan**. Institut Pertanian Bogor. Bogor

