

**PENGARUH PERBEDAAN pH TERHADAP DERAJAT PEMBUAHAN, DAYA
TETAS DAN SINTASAN LARVA PADA IKAN BADER MERAH (*Barbonymus
balleroides*)**

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

Oleh:
NAFIZANTI DEWI WAHYUNI
NIM. 155080507111025



**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2019**

**PENGARUH PERBEDAAN pH TERHADAP DERAJAT PEMBUAHAN, DAYA
TETAS DAN SINTASAN LARVA PADA IKAN BADER MERAH (*Barbonymus
balleroides*)**

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

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan
di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya**

**Oleh:
NAFIZANTI DEWI WAHYUNI
NIM. 155080507111025**



**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2019**

**PENGARUH PERBEDAAN pH TERHADAP DERAJAT PEMBUAHAN, DAYA
TETAS DAN SINTASAN LARVA IKAN BADER MERAH
(*Barbonymus balleroides*)**

Oleh :

NAFIZANTI DEWI WAHYUNI

NIM. 155080507111025



**Mengetahui,
Ketua Jurusan MSP**

**Menyetujui,
Dosen Pembimbing**


Dr. Ir. Muhamad Firdaus, MP
NIP. 19680919 200501 1 001
Tanggal : 14 OCT 2019


Dr. Ir. Maheno Sri Widodo, MS
NIP. 19600425 198503 1 002
Tanggal : 14 OCT 2019

IDENTITAS TIM PENGUJI

Judul : **Pengaruh Perbedaan pH terhadap Derajat
Pembuahan, Daya Tetas dan Sintasan Larva Ikan
Bader Merah (*Barbonymus balleroides*)**

Nama Mahasiswa : Nafizanti Dewi Wahyuni

NIM : 155080507111025

Program Studi : Budidaya Perairan

PENGUJI PEMBIMBING

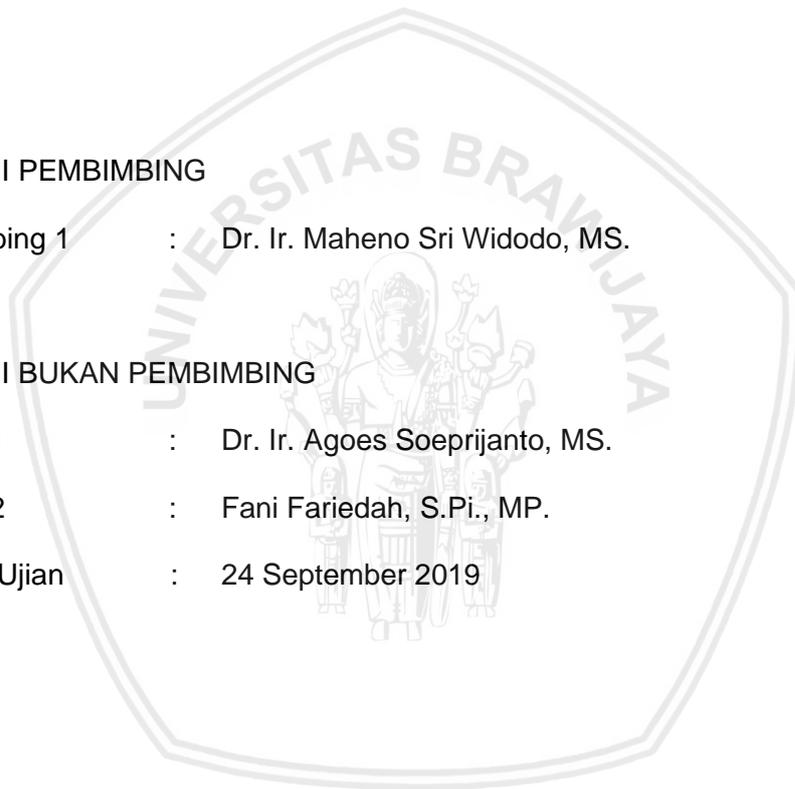
Pembimbing 1 : Dr. Ir. Maheno Sri Widodo, MS.

PENGUJI BUKAN PEMBIMBING

Penguji 1 : Dr. Ir. Agoes Soeprijanto, MS.

Penguji 2 : Fani Fariedah, S.Pi., MP.

Tanggal Ujian : 24 September 2019



UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas karunia dan kesehatan yang diberikan sehingga dapat menyelesaikan kegiatan penelitian dan penulisan dengan baik. Kemudian penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak sebagai berikut :

1. Ayah dan Ibu atas segala doa yang tercurah untuk anaknya sehingga skripsi bisa terselesaikan, serta segala dukungan baik moril maupun materiil yang diberikan. Dan juga Kakak yang telah memberikan dukungan dan motivasi.
4. Bapak Dr. Ir. Maheno Sri Widodo, MS selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan saran sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.
5. Bu Ir. Titik Shofiyah selaku Kepala UPT Laboratorium Kesehatan Ikan dan Lingkungan, Pasuruan yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian di UPT Laboratorium Kesehatan Ikan dan Lingkungan Pasuruan, Jawa Timur.
6. Bapak Arif Sisbiantoro, S. Pi., Pak Sani, Mas Daus selaku pembimbing lapang yang telah memberikan bantuan, ilmu dan wawasan saat penelitian.
7. Sasadhara Putri Widura, Karahani Laila Rahman, Tri Mulyaningsari, Eka Fitria, dan Nabila Nur Azizah selaku teman-teman tim penelitian yang sangat banyak membantu dalam kegiatan penelitian.
8. Elok, Sumayyah, Dina, Aimee, Ema, dan Lasma yang selalu memberi dukungan dan semangat membantu dalam editing laporan.
9. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

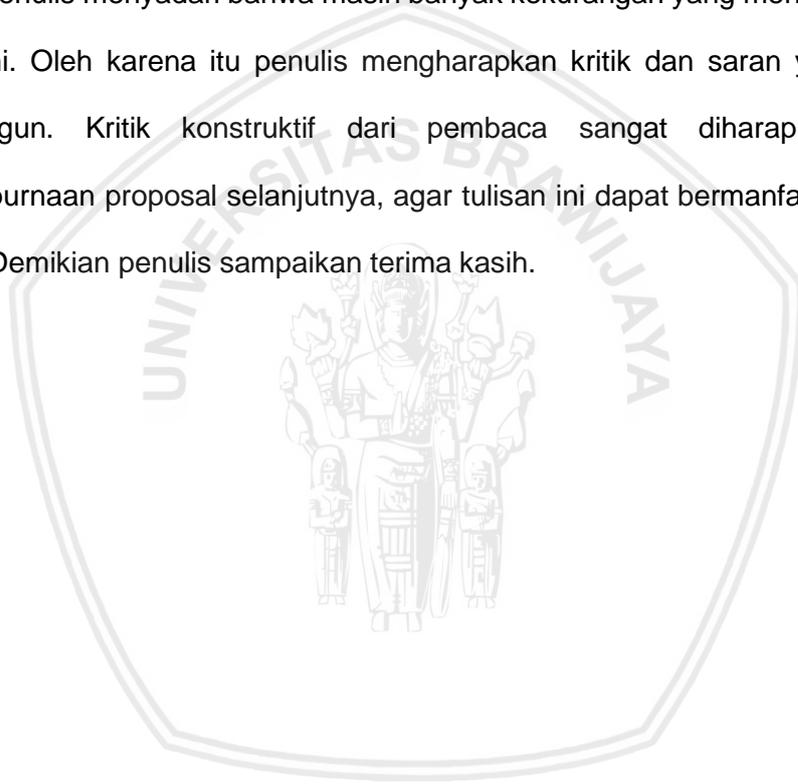
Malang, 24 September 2019

(Penulis)

KATA PENGANTAR

Skripsi dengan judul “Pengaruh Perbedaan PH Terhadap Derajat Pembuahan, Daya Tetas dan Sintasan Larva pada Ikan Bader Merah (*Barbonymus balleroides*)” ini disajikan oleh penulis sebagai salah satu syarat meraih gelar sarjana perikanan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya dengan bimbingan dosen Dr. Ir. Maheno Sri Widodo, MS.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan yang mendasar pada skripsi ini. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat membangun. Kritik konstruktif dari pembaca sangat diharapkan untuk penyempurnaan proposal selanjutnya, agar tulisan ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Demikian penulis sampaikan terima kasih.



Malang, 24 September 2019

RINGKASAN

NAFIZANTI DEWI WAHYUNI. Skripsi mengenai Pengaruh Perbedaan pH terhadap Derajat Pembuahan, Daya Tetas, dan Sintasan Larva pada Ikan Bader Merah (*Barbonymus balleroides*). (di bawah bimbingan **Dr. Ir. Maheno Sri Widodo, MS.**)

Indonesia memiliki perairan tawar yang sangat luas sehingga sangat berpotensi besar untuk mengembangkan berbagai jenis ikan air tawar. Usaha budidaya ikan air tawar menjadi salah satu usaha yang paling cepat dalam perkembangannya. Dengan potensi perairan tawar yang sangat besar tersebut, banyak sekali spesies ikan air tawar di Indonesia yang belum diketahui. Salah satunya adalah spesies asli yang berasal dari sungai di Indonesia. Salah satu diantaranya adalah kelompok ikan famili Cyprinidae genus *Barbonymus* yaitu *Barbonymus balleroides* atau dengan nama lokal ikan Bader Merah. Kegiatan pembenihan ikan memiliki banyak kegiatan yang dapat diamati salah satunya adalah proses perkembangan embrio, salah satu cara untuk mempercepat perkembangan embriologi adalah dengan melakukan rekayasa lingkungan. Salah satu rekayasa lingkungan yang biasa dilakukan yaitu dengan memberikan perlakuan pada parameter kualitas air seperti pH, suhu, dan salinitas. Sebagian besar organisme akuatik sensitif terhadap perubahan pH. Jika nilai pH berada dibawah 6,5 atau di atas 9 – 9,5 untuk jangka waktu yang cukup lama, maka laju reproduksi dan pertumbuhan organisme akuatik akan menurun. Dalam laju reproduksi terdapat hormon dan enzim yang ikut serta dalam keberhasilan proses reproduksi. Semua enzim memiliki kisaran pH optimal untuk aktivitasnya, yang seringkali sangat sempit.

Penelitian ini dilaksanakan di UPT Laboratorium Lingkungan dan Kesehatan Ikan Pasuruan, Jawa Timur pada bulan Januari 2019. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh perbedaan pH serta mengetahui pH yang optimal bagi derajat pembuahan, daya tetas, dan sintasan larva ikan Bader Merah (*Barbonymus balleroides*). Metode dalam penelitian ini adalah eksperimen dan deskriptif, menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 4 kali ulangan yang terdiri dari A (pH 6), B (pH 7), C (pH 8), dan D (pH 9) dan melakukan pengamatan pada gambaran perkembangan embrio pada setiap perlakuan. Parameter utama adalah derajat pembuahan (*fertilization rate*), daya tetas (*hatching rate*), dan sintasan larva (*survival rate*). Sedangkan parameter penunjang yaitu detak jantung embrio, kebutuhan oksigen dalam media, dan kualitas air yang meliputi suhu, pH dan DO.

Hasil dari penelitian ini pada empat perlakuan untuk derajat pembuahan yaitu yang terbaik adalah perlakuan D (pH 9) sebesar 97,50%. Hasil pada perkembangan embrio ikan bader merah dari fertilisasi hingga menetas yaitu pembelahan kelima (*cleavage*), fase morula, fase blastula, fase gastrula, fase neurula, fase organogenesis, dan menetas. Pada daya tetas telur yaitu yang terbaik adalah perlakuan D (pH 9) sebesar 85,00%, dan pada sintasan larva yaitu yang terbaik adalah perlakuan D (pH 9) sebesar 73,75%. Detak jantung embrio

yang paling tinggi terdapat pada perlakuan D (pH 9) dengan rata-rata 143 detak/menit. Pada kebutuhan oksigen dalam media didapatkan hasil paling tinggi yaitu pada perlakuan A (pH 6) dengan rata-rata 1,31 mg/l. Kualitas air selama perkembangan embrio diperoleh suhu berkisar antara 24-30°C, pH berkisar antara 5,80-9,25, serta kandungan oksigen terlarut berkisar antara 4,00-7,98 mg/l. Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah perlakuan pH yang berbeda dapat mempengaruhi tinggi rendahnya hasil derajat pemyahan, perkembangan embrio, daya tetas telur dan sintasan larva ikan bader merah. Saran yang dapat diberikan yaitu lebih memperhatikan lagi dalam pengontrolan kualitas air sehingga baik untuk perkembangan embrio.



DAFTAR ISI

	Halaman
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
KATA PENGANTAR	vi
RINGKASAN.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xivv
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Hipotesis	4
1.5 Kegunaan	4
1.6 Tempat dan Waktu.....	4
2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Biologi Ikan Bader Merah.....	5
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi	5
2.1.2 Habitat.....	6
2.1.3 Kebiasaan Makan.....	6
2.1.4 Reproduksi	7
2.2 Derajat Keasaman (pH)	8
2.3 Fertilisasi.....	9
2.4 Perkembangan Embrio	10
a. Pembelahan Zigot (<i>Cleavage</i>)	11
b. Stadia Morula	12
c. Stadia Blastula.....	13
d. Stadia Gastrula.....	14
e. Stadia Neurula.....	15
f. Stadia Organogenesis	16
2.5 Derajat Pembuahan Telur	17
2.6 Daya Tetas Telur	18
2.7 Sintasan Larva	19
2.8 Kualitas Air.....	19
a. Suhu.....	19
b. Derajat Keasaman (pH)	20
c. Oksigen Terlarut (DO).....	21
3. METODE PENELITIAN	22
3.1 Materi Penelitian	22



3.1.1 Alat	23
3.1.2 Bahan	23
3.2 Metode Penelitian	23
3.3 Rancangan Percobaan	24
3.4 Prosedur Penelitian	26
3.4.1 Persiapan Wadah	26
3.4.2 Seleksi Induk	26
3.4.3 Proses Pemijahan	26
3.4.4 Penetasan Telur	27
3.5 Parameter Uji	27
3.5.1 Parameter Utama	27
a. Perkembangan Embrio	27
b. Derajat Pembuahan	28
c. Daya Tetas	28
d. Sintasan Larva	29
3.5.2 Parameter Penunjang	29
3.6 Analisis Data	30
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Pengaruh pH terhadap Derajat Pembuahan Telur Ikan Bader Merah ...	31
4.2 Perkembangan Embrio Ikan Bader Merah	35
4.1.1 Telur Fertil	36
4.1.2 Pembelahan Zigot (<i>Cleavage</i>)	37
4.1.3 Stadia Morula	40
4.1.4 Stadia Blastula	41
4.1.5 Stadia Gastrula	42
4.1.6 Stadia Neurula	43
4.1.7 Stadia Organogenesis	44
4.1.8 Telur Menetas	45
4.3 Pengaruh pH terhadap Daya Tetas Telur Ikan Bader Merah	49
4.4 Pengaruh pH terhadap Sintasan Larva Ikan Bader Merah	54
4.5 Detak Jantung Embrio	57
4.6 Kebutuhan Oksigen dalam Media untuk Perkembangan Embrio	59
4.7 Kualitas Air	60
5. KESIMPULAN DAN SARAN	62
5.1 Kesimpulan	62
5.2 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	63
GLOSARIUM	69
LAMPIRAN	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1 Ikan <i>Barbonymus balleroides</i>	5
2 Fase Cleavage pada ikan Cyprinidae dimulai dari pembelahan 1-8 sel	12
3 Fase Morula ikan Cyprinidae pada 64 sel	13
4 Tahap Akhir dari Pembentukan Fase Blastula	14
5 Fase Gastrula pada ikan Cyprinidae	15
6 Fase Neurula pada <i>Barbonymus</i> sp.....	16
7 Fase Organogenesis pada Ikan Cyprinidae	17
8 Denah Percobaan Penelitian	27
9 Grafik Persentase Derajat Pembuahan Ikan Bader Merah.....	31
10 Grafik Regresi Derajat Pembuahan Telur Ikan Bader Merah	34
11 Telur yang Terbuahi perbesaran 10x	36
12 Pembelahan 2 sel perbesaran 10x.....	37
13 Pembelahan 4 sel perbesaran 10x.....	38
14 Pembelahan 8 sel perbesaran 10x.....	39
15 Pembelahan 16 sel perbesaran 10x.....	39
16 Pembelahan 32 sel perbesaran 10x.....	40
17 Stadia Morula perbesaran 10x	41
18 Stadia Blastula perbesaran 10x	42
19 Stadia Gastrula perbesaran 10x	43
20 Stadia Neurula perbesaran 10x	44
21 Stadia Organogenesis perbesaran 10x.....	45
22 Larva Ikan Bader Merah perbesaran 40x.....	46
23 Grafik Persentase Daya Tetas Telur Ikan Bader Merah	50
24 Grafik Regresi Daya Tetas Telur Ikan Bader Merah.....	52

25 Grafik Regresi Sintasan Larva Ikan Bader Merah 54

26 Grafik Regresi Sintasan Larva Ikan Bader Merah 56

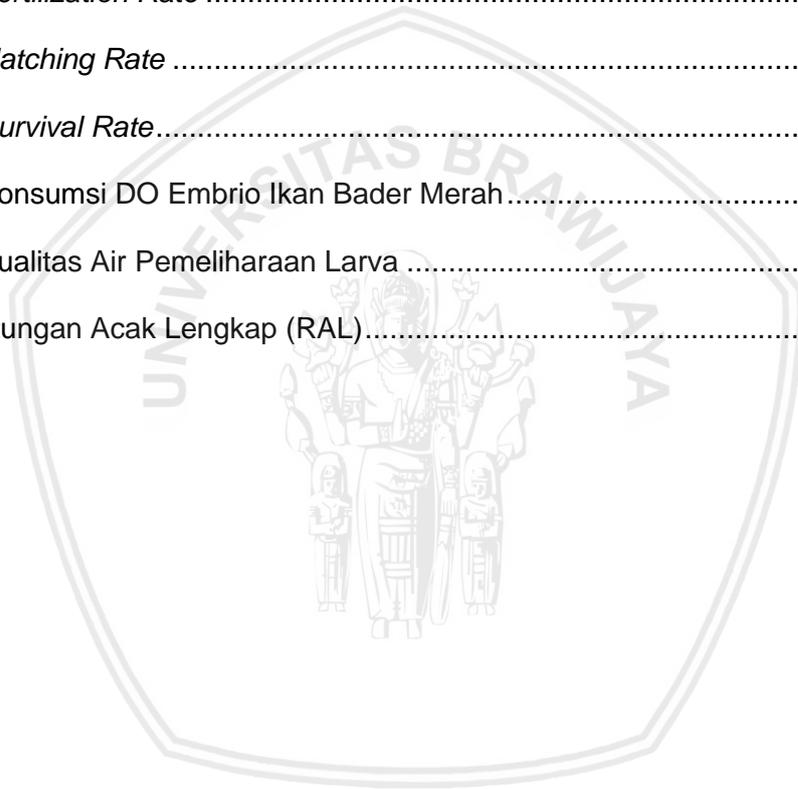


DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1 Peralatan Penelitian.....	22
2 Bahan Penelitian.....	23
3 Rancangan Perlakuan Penelitain	27
4 Rerata Nilai Perhitungan Derajat Pembuahan Telur Ikan Bader Merah	31
5 Sidik Ragam Derajat Pembuahan Telur Ikan Bader Merah.....	33
6 Uji Beda Nyata Terkecil Derajat Pembuahan Telur Ikan Bader Merah.....	33
7 Waktu Perkembangan Embrio Ikan Bader Merah	35
8 Hasil Pengamatan terhadap Embrio Ikan Bader Merah	47
9 Rerata Nilai Perhitungan Daya Tetas Telur Ikan Bader Merah.....	50
10 Sidik Ragam Daya Tetas Telur Ikan Bader Merah	51
11 Uji Beda Nyata Terkecil Daya Tetas Telur Ikan Bader Merah	52
12 Rerata Nilai Perhitungan Sintasan Larva Ikan Bader Merah	54
13 Sidik Ragam Sintasan Larva Ikan Bader Merah.....	55
14 Uji Beda Nyata Terkecil Sintasan Larva Ikan Bader Merah.....	56
15 Hasil Pengamatan Detak Jantung Embrio Ikan Bader Merah.....	58
16 Hasil Pengukuran Kebutuhan Oksigen dalam Media	59
17 Data Kualitas Air Penetasan Telur Ikan Bader Merah	60

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1 Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian	76
2 Skema Kerja	77
3 Dokumentasi Alat dan Bahan.....	83
4 Data Akumulasi Waktu Perkembangan Embrio Ikan Bader Merah.....	88
5 Data <i>Fertilization Rate</i>	90
6 Data <i>Hatching Rate</i>	91
7 Data <i>Survival Rate</i>	92
8 Data Konsumsi DO Embrio Ikan Bader Merah.....	93
9 Data Kualitas Air Pemeliharaan Larva	94
10 Perhitungan Acak Lengkap (RAL).....	100



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perairan Indonesia terbagi menjadi perairan laut, perairan payau, dan perairan tawar. Indonesia memiliki perairan tawar yang sangat luas sehingga sangat berpotensi besar untuk mengembangkan berbagai jenis ikan air tawar. Usaha budidaya ikan air tawar menjadi salah satu usaha yang paling cepat dalam perkembangannya. Menurut Cahyono (2000), luas perairan tawar di Indonesia meliputi perairan umum (sungai, waduk, dan rawa), sawah (mina padi), dan kolam budidaya dengan total luas lahan seluruhnya 605.990 ha. Perairan umum seluas 141.690 ha, sawah (mina padi) seluas 88.500 ha, dan perairan kolam seluas 375.800 ha. Spesies ikan air tawar tersebut adalah spesies asli yang berasal dari sungai di Indonesia. Salah satu diantaranya adalah kelompok ikan famili Cyprinidae genus *Barbonymus* yaitu *Barbonymus balleroides* atau dengan nama lokal ikan Bader Merah. Famili Cyprinidae merupakan salah satu famili besar ikan air tawar. Famili Cyprinidae memiliki anggota yang sangat beragam, tersebar luas, dan umumnya berperan penting dalam menunjang kehidupan manusia.

Menurut Karahan (2010), Cyprinidae merupakan famili ikan air tawar yang tersebar yang terdiri dari 220 genus dan 2.420 spesies. Banyaknya spesies dari famili Cyprinidae menunjukkan kemampuan famili ini untuk beradaptasi dan berkembang biak secara cepat. Salah satu genus yang masuk dalam famili Cyprinidae ini adalah *Barbonymus*. Spesies dari genus *Barbonymus* sendiri tidak terlalu banyak salah satunya yang dikenal adalah *Barbonymus balleroides* atau nama lokalnya adalah bader merah. Ikan bader merah memiliki ciri tubuh seperti famili Cyprinidae pada umumnya. Menurut Saanin (1984), mempunyai ciri-ciri adanya tonjolan tunggal yang terdapat di kepala, pinggir rongga mata bebas atau tertutup oleh kulit, mulut agak ke bawah dan memiliki sungut. Sirip punggung

biasanya berjari-jari keras dan terletak bertepatan dengan sirip perut. Ikan *B. balleroides* merupakan ikan yang banyak ditangkap oleh masyarakat untuk dikonsumsi, namun masih sedikit sekali informasi tentang pembenihan ikan *B. balleroides*.

Pada usaha budidaya, kegiatan pembenihan ikan yang dapat diamati salah satunya adalah proses perkembangan embrio. Menurut Rustidja (2004), salah satu cara untuk mempercepat perkembangan embriologi adalah dengan melakukan rekayasa lingkungan. Rekayasa lingkungan yang biasa dilakukan yaitu dengan memberikan perlakuan pada parameter kualitas air baik pH, suhu, dan salinitas. Salah satu parameter kualitas air yang berperan penting dalam keseimbangan perairan adalah pH. Menurut Permatasari (2012), nilai pH merupakan indikator tingkat keasaman suatu perairan. Beberapa faktor yang mempengaruhi pH perairan diantaranya aktivitas fotosintesis, suhu, dan terdapatnya anion dan kation. Menurut Swingle (1961), sebagian besar organisme akuatik sensitif terhadap perubahan pH. Jika nilai pH berada dibawah 6,5 atau di atas 9 – 9,5 untuk jangka waktu yang cukup lama, maka laju reproduksi dan pertumbuhan organisme akuatik akan menurun.

Dalam laju reproduksi terdapat hormon dan enzim yang ikut serta dalam keberhasilan proses reproduksi. Menurut Bergmeyer dan Grassal (1983), semua enzim memiliki kisaran pH optimal untuk aktivitasnya, yang seringkali sangat sempit. pH optimum tidak hanya tergantung pada sifat dan kekuatan ion buffer, secara umum juga tergantung pada suhu dan konsentrasi substrat. Menurut Tripathi (2009), pH dapat mengalami perubahan. Perubahan pH menyebabkan perubahan dalam bentuk enzim, terutama di situs katalitiknya. Jika pH ekstrem ditemui oleh enzim, maka akan denaturasi. Dengan demikian pH mempengaruhi aktivitas enzim baik dengan mengubah struktur ataupun fungsi.

pH memiliki kisaran optimum yang bervariasi diantara enzim, tetapi untuk sebagian besar enzim pH optimal adalah antara 4 sampai 8 (Montgomery *et al.*, 1993). Menurut Schoots dan Denuce (1981), aktivitas dari enzim penetasan memiliki kisaran optimum tertentu untuk bekerja. Kisaran tersebut berada antara pH 7,0 – 9,0. Sedangkan menurut Katamihardja (2008), pH yang dibutuhkan ikan *B. balleroides* untuk hidup di lingkungannya adalah kisaran pH antara 6,5 sampai 8,5.

Untuk mengetahui pH yang baik bagi ikan bader merah salah satu caranya adalah melakukan penelitian tentang pengaruh perbedaan pH pada ikan bader merah. Namun, hingga saat ini belum banyak penelitian yang menjelaskan tentang pH yang terbaik untuk proses embriogenesis pada ikan bader merah (*B. balleroides*). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh perbedaan pH terhadap perkembangan embrio ikan bader merah, dan pH yang terbaik untuk perkembangan embrio ikan bader merah. Informasi ini merupakan salah satu dasar yang penting untuk mengetahui sebagai pedoman dalam kegiatan pembenihan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, didapatkan rumusan masalah sebagai berikut :

- a) Bagaimana pengaruh perbedaan pH terhadap derajat pembuahan, daya tetas, dan sintasan larva ikan bader merah?
- b) Bagaimana pH yang terbaik bagi derajat pembuahan, daya tetas, dan sintasan larva ikan bader merah?

1.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbedaan pH serta mengetahui pH yang optimal bagi derajat pembuahan, daya tetas, dan sintasan larva ikan bader merah.

1.4 Hipotesis

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, didapatkan suatu hipotesis yaitu:

H₀ : Diduga perbedaan pH tidak berpengaruh terhadap derajat pembuahan, daya tetas dan sintasan larva ikan bader merah (*B. balleroides*).

H₁ : Diduga perbedaan pH berpengaruh terhadap derajat pembuahan, daya tetas dan sintasan larva ikan bader merah (*B. balleroides*).

1.5 Kegunaan

Kegunaan dari penelitian ini diharapkan untuk dapat menambah pengetahuan informasi mengenai manfaat dari pengaruh perbedaan pH terhadap derajat pembuahan, daya tetas dan sintasan larva pada ikan bader merah (*B. balleroides*), sehingga dapat bermanfaat bagi bidang perikanan budidaya air tawar, khususnya usaha budidaya ikan bader merah (*B. balleroides*) sebagai dasar untuk budidaya maupun pembenihan.

1.6 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di UPT Laboratorium Kesehatan Ikan dan Lingkungan Pasuruan, Jawa Timur pada bulan Januari 2019 sampai dengan Mei 2019.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi Ikan Bader Merah

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi

Menurut Global Biodiversity Information Facility (2019), klasifikasi bader merah adalah sebagai berikut ini :

Kingdom	: Animalia
Filum	: Chordata
Subfilum	: Vertebrata
Class	: Actinopterygii
Ordo	: Cypriniformes
Famili	: Cyprinidae
Genus	: <i>Barbonymus</i> (Kottelat, 1999)
Spesies	: <i>Barbonymus balleroides</i> (Valenciennes, 1842)



Gambar 1. Ikan *Barbonymus balleroides* (Dokumentasi Pribadi, 2019)

Menurut Phen *et al.* (2005), ikan *B. balleroides* merupakan ikan yang berasal dari famili Cyprinidae. Ikan ini merupakan ikan air tawar yang berada pada zona benthopelagik. Ikan ini memiliki panjang tubuh umumnya sekitar 15 cm dan maksimal panjangnya 25 cm. Ciri morfologi pada ikan ini dapat dilihat dari ekornya yang berwarna merah melebar keseluruhan bagian tepi ekornya. Warna merah ini juga terdapat pada seluruh sisi luar tepi sirip perut dan sirip anal. Pada sirip

punggungnya berwarna hitam. Ikan ini juga memiliki lebar tubuh sekitar 1,8 - 2,2 kali panjang standar (*standart length*).

2.1.2 Habitat

Menurut Vidthayanon *et al.* (1997), ikan ini merupakan ikan asli penghuni sungai. Sebagian besar ikan ini mendiami sungai yang besar dengan aliran air sungai yang deras. Ketika musim penghujan sungai akan rawan banjir sehingga ikan-ikan ini berpindah ke daerah rawa-rawa selama berbulan-bulan untuk makan dan bertelur, setelah sungai mulai surut ikan ini akan kembali ke sungai. Ikan *Barbonymus balleroides* merupakan ikan air tawar dan spesies asli Indonesia yang tersebar luas di Kalimantan dan pulau Jawa. Di beberapa daerah di pulau Jawa, ikan sudah sulit untuk ditemukan karena aktivitas penangkapan ikan yang berlebihan dan juga dikarenakan terjadinya kerusakan lingkungan hidup ikan tersebut (Kottelat *et al.*, 1993)

Menurut Katamihardja (2008), ikan ini hidup dengan pH yang berada di kisaran 6 – 8,5. Menurut Baensch dan Riehl (1991), ikan *B. balleroides* hidup di kawasan sungai, danau, dan rawa di daerah tropis dengan suhu mulai dari 22°C sampai dengan 27°C. Aliran sungai habitat ikan *B. balleroides* ini hidup adalah aliran sungai yang cukup deras. Ikan ini juga hidup di salinitas 7 ppm dengan kesadahan 36 hingga 268 ppm. Habitat ikan ini yang berada di sungai tropis dengan aliran deras biasanya sangat produktif tetapi sekarang ini berisiko mengalami penurunan populasi dan kepunahan dikarenakan habitat mereka terus dikembangkan untuk meningkatkan kebutuhan irigasi dan untuk energi (Ziv *et al.*, 2012).

2.1.3 Kebiasaan Makan

Menurut Rainboth (1996), setiap ikan memiliki beberapa kebiasaan makan yang berbeda. Pada ikan *B. balleroides* yang merupakan ikan omnivora yaitu ikan

pemakan segala namun ikan ini cenderung pemakan herbivora. Seperti ikan-ikan herbivora pada umumnya ikan ini memakan berbagai macam tanaman-tanaman dan alga yang berada di zona benthik. Ikan ini bukan termasuk golongan ikan-ikan yang agresif, namun ikan ini juga memakan ikan-ikan yang lebih kecil ukurannya, detritus, dan juga plankton yang berada di perairan tersebut.

Menurut Roberts (1995), ikan *B. balleroides* merupakan ikan pemakan plankton. Jenis-jenis plankton yang masuk dalam golongan makanan ikan ini antara lain adalah seperti artemia dan juga daphnia. Ikan ini juga memakan golongan cacing yaitu cacing darah atau *bloodworm* yang merupakan makanan alami yang sangat bagus bagi ikan. Untuk makanan tambahan buatan biasanya ikan ini menyukai sayur-sayuran seperti bayam dan juga kacang polong yang sudah dikupas. Selebihnya ikan ini menyukai makanan yang berasal dari tanam-tanaman.

2.1.4 Reproduksi

Reproduksi pada ikan merupakan suatu tahapan penting dalam siklus hidupnya untuk menjamin kelangsungan hidup suatu spesies. Menurut Sjafei *et al.* (1992), pada umumnya proses reproduksi pada ikan dapat dibagi dalam tiga periode yaitu periode *pre-spawning*, periode *spawning*, dan periode *post-spawning*. Pada periode *pre-spawning* berlangsung penyiapan gonad untuk menghasilkan telur dan sperma, peningkatan kematangan gonad dan penyiapan telur dan sperma yang akan dikeluarkan. Periode *pre-spawning* merupakan bagian dari proses reproduksi yang paling panjang dibandingkan dengan periode lainnya. Periode *spawning* pada ikan adalah proses pengeluaran telur dan sperma dan pembuahan telur oleh sperma. Pada umumnya periode *spawning* berlangsung dalam waktu singkat, sedangkan pada periode *post-spawning* terjadi perkembangan telur yang telah dibuahi, penetasan telur dan pembesaran dari telur menjadi embrio, larva sampai menjadi anak ikan. Dalam periode *post-spawning* diperlukan faktor-faktor

yang mendukung keberlangsungan hidupnya antara lain makanan yang cukup dan kondisi perairan yang baik.

Menurut Rainboth (1996), ikan ini bermigrasi dari sungai untuk melakukan pemijahan dan akan kembali ke sungai pada bulan Oktober. Sedangkan ikan-ikan muda *B. altus* akan kembali ke sungai setelah cukup dewasa yaitu pada tahun setelahnya di bulan yang sama. Seperti golongan famili ikan Cyprinidae ikan ini juga ikan yang mampu mengeluarkan telur mencapai ribuan dalam sekali memijah. Namun ikan ini biasanya memakan telurnya sendiri ketika setelah memijah. Maka dari itu dalam kegiatan budidaya diharapkan untuk memisahkan telur dengan indukan ketika telur sudah dikeluarkan oleh indukan betina. Indukan betina yang siap untuk memijah biasanya berukuran lebih gemuk daripada indukan jantan.

2.2 Derajat Keasaman (pH)

Menurut Astria *et al.* (2014), pH adalah suatu satuan ukur yang menguraikan derajat tingkat kadar keasaman atau kadar alkali dari suatu larutan. Unit pH dikur pada skala 0 sampai 14. Istilah pH berasal dari “p” lambang matematika dari negatif logaritma, dan “H” lambang kimia untuk unsur Hidrogen. Definisi yang formal tentang pH adalah negatif logaritma dari aktivitas ion Hidrogen. pH dibentuk dari informasi keasaman atau basa yang berkaitan dengan aktivitas ion Hidrogen. Jika konsentrasi $[H^+]$ lebih besar daripada $[OH^-]$, maka material tersebut bersifat asam, yaitu nilai pH kurang dari 7. Jika konsentrasi $[OH^-]$ lebih besar daripada $[H^+]$, maka material tersebut bersifat basa, yaitu dengan nilai pH lebih dari 7 (Purba, 1995).

Menurut Susana (2009), perubahan nilai derajat keasaman (pH) dan konsentrasi oksigen yang berperan sebagai indikator kualitas perairan dapat terjadi sebagai akibat berlimpahnya senyawa-senyawa kimia baik yang bersifat polutan maupun bukan polutan. Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan

nilai pH, nilai yang ideal bagi kehidupan antara 7 – 8,5. Pada nilai pH yang lebih rendah dari 4, sebagian besar tumbuhan air mati karena tidak dapat bertoleransi terhadap pH rendah. Rendahnya nilai pH mengindikasikan menurunnya kualitas perairan yang pada akhirnya berdampak terhadap kehidupan biota di dalamnya. Terjadinya perubahan ini akan membunuh biota yang paling peka sekalipun, karena jaringan makanan dalam perairan terganggu. Nilai pH dalam perairan bervariasi mulai dari arah sungai sampai di laut, semakin ke laut nilainya semakin tinggi (bersifat basis).

Menurut Rukminasari *et al.* (2014), tinggi rendahnya pH dipengaruhi oleh fluktuasi O₂ maupun CO₂. Tidak semua makhluk bias bertahan terhadap perubahan nilai pH, untuk itu alam telah menyediakan mekanisme yang unik agar perubahan pH tidak terjadi atau terjadi tetapi dengan cara perlahan. Tingkat pH lebih kecil dari 4,8 dan lebih besar dari 9,2 sudah dapat dianggap tercemar. Pada konsentrasi yang besar CO₂ juga masuk ke dalam perairan sehingga mengakibatkan perubahan parameter kualitas air khususnya pH dan sistem karbonat. Menurut Katamihardja (2008), pH yang dibutuhkan ikan *B. balleroides* untuk hidup di lingkungannya adalah kisaran pH antara 6,5 sampai 8,5.

2.3 Fertilisasi

Menurut Setyono (2012), pembuahan atau disebut juga dengan fertilisasi adalah proses bergabungnya inti sperma dengan inti sel telur dalam sitoplasma sehingga membentuk zigot. Pada dasarnya fertilisasi adalah penyatuan atau fusi gamet jantan dan sel gamet betina untuk membentuk satu sel (zigot). Dalam proses pembuahan, spermatozoa masuk ke dalam telur melalui lubang *micropyle* yang terdapat pada korion. Tiap spermatozoa mempunyai kesempatan yang sama untuk membuahi satu sel telur. Akan tetapi karena ruang tempat terjadinya pembuahan yaitu pertemuan telur dengan spermatozoa pada ikan ovipar sangat besar, maka

kesempatan spermatozoa untuk bertemu dengan telur sebenarnya sangat kecil. Menurut Nainggolan *et al.* (2015), fertilisasi dapat didukung oleh kualitas spermatozoa yang baik. Kualitas sperma (konsentrasi sperma, motilitas spermatozoa, dan komposisi cairan plasma semen) akan berpengaruh terhadap fertilisasi spermatozoa. Tingkat fertilisasi nampaknya mengikuti apa yang terjadi pada tingkat kualitas sperma, dimana motilitas yang tinggi memberikan fertilisasi yang tinggi pula.

Menurut Nurman (1998), ada dua fungsi utama fertilisasi yaitu fungsi reproduksi dan fungsi perkembangan. Pada fungsi reproduksi, fertilisasi memungkinkan perpindahan unsur-unsur genetik dari tetuanya. Jika pada gametogenesis terjadi reduksi unsur genetik dari $2n$ (diploid) menjadi n (haploid), maka pada fertilisasi memungkinkan pemulihan kembali unsur genetiknya, n dari tetua jantan dan n dari tetua betina sehingga diperoleh individu normal $2n$. tanpa fertilisasi (kecuali pada kasus-kasus tertentu), kesinambungan keturunan suatu spesies tidak akan terjadi. Pada fungsi perkembangan, fertilisasi menyebabkan stimulus atau rangsangan pada sel telur untuk menyelesaikan proses pembelahan meiosisnya dan membentuk pronukleus betina yang akan melebur dengan pronukleus jantan membentuk zigot. Jika tidak terjadi fertilisasi atau pembuahan, maka sel telur tetap bertahan pada tahap metaphase II yang selanjutnya akan berdegradasi (*atresia*) tanpa mengalami proses perkembangan selanjutnya.

2.4 Perkembangan Embrio

Menurut Sumarmin (2016), embriogenesis adalah proses pembentukan dan perkembangan embrio. Proses ini merupakan tahapan perkembangan sel setelah mengalami pembuahan atau fertilisasi. Embriogenesis meliputi pembelahan sel dan pengaturan ditingkat sel. Sel pada tahapan embriogenesis disebut sebagai sel embrionik. Sel embrionik tumbuh dan berkembang dengan

melewati beberapa fase seperti sel tunggal (yang telah dibuahi), blastomer, blastula, gastrula, neurula dan embrio. Setelah embrio mengalami perkembangan embrio akan siap untuk menetas dan menjadi larva.

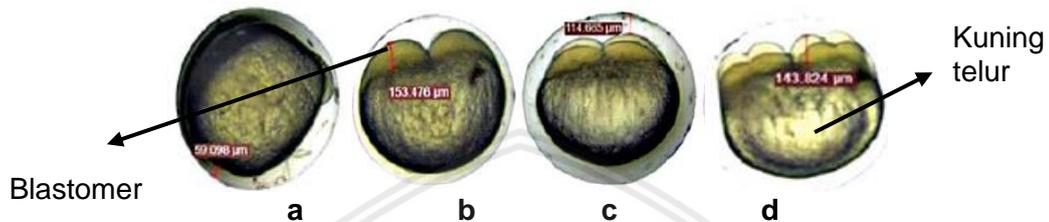
Menurut Ardhardiansyah (2017), tahap-tahap yang terdapat pada perkembangan embriogenesis ikan menjadi larva dimulai dari fase *cleavage* (pembelahan sel), kemudian fase morula, fase blastula (pembentukan *blastoderm*), fase gastrula (penutupan kantung kuning telur), dan yang terakhir adalah organogenesis hingga embrio menetas dan keluar dari cangkang telur. Pada fase *cleavage* merupakan fase awal pembelahan mencapai pembelahan 16 sel. Kemudian pada fase morula telur akan membelah menjadi 32 sel. Dan seterusnya akan memasuki fase-fase setelah fase morula.

a. Pembelahan Zigot (*Cleavage*)

Menurut Redha *et al.* (2014), pada dasarnya *cleavage* adalah suatu proses perkembangan zigot untuk menjadi morula melalui pembelahan mitosis secara berangkai yang terjadi segera setelah pembuahan. Fase *Cleavage* ini merupakan fase awal terjadinya pembelahan pertama pada proses embriogenesis. Menurut Farida *et al.* (2016), fase *cleavage* dicirikan dengan pembentukan blastodik pada kutub anima. Pembentukan blastodik sempurna terjadi 60 menit pertama setelah terjadinya pembuahan. Blastodik inilah yang nantinya akan membelah menjadi banyak sel.

Menurut Muslim *et al.* (2004), pembelahan zigot biasa disebut dengan fase embrionik. Pada fase pembelahan zigot, akan terjadi pembelahan secara berturut-turut. Pembelahan sel dimulai dari satu sel menjadi dua sel, dua sel menjadi empat sel, empat sel menjadi delapan sel, dan seterusnya. Pada fase awal pembelahan zigot ini embrio akan mengalami pembelahan dengan sangat cepat. Fase pembelahan zigot terjadi secara mitosis yaitu pembelahan dengan memperbanyak

blastomer yang biasa disebut dengan morula. Dalam tahapannya, morula akan membentuk rongga yang berisi air dan biasa disebut dengan blastula. Setelah proses pembentukan blastula, akan masuk dalam proses perkembangan gastrula dan kemudian akan memasuki fase organogenesis hingga telur siap untuk menetas menjadi individu baru atau larva. Fase *cleavage* ini disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Fase *Cleavage* dimulai dari pembelahan 2 – 8 sel : a. telur terbuahi; b. pembelahan 2 sel; c. pembelahan 4 sel; d. pembelahan 8 sel (Mahapatra, 2017)

b. Stadia Morula

Menurut Campbell (2004), fase setelah pembelahan zigot, terjadi pembelahan secara terus-menerus dan yang menghasilkan bentuk menyerupai bola padat yang disebut dengan morula. Setelah pembelahan ke-32 sel fase ini masuk ke dalam fase morula. Rongga yang penuh cairan disebut dengan blastosel yang terbentuk di dalam morula. Blastosel sendiri menghasilkan tahapan perkembangan bola berlubang yang disebut dengan blastula.

Menurut Sedjati (2002), pada stadia morula pembelahan zigot berlangsung cepat sehingga sel anak tidak sempat tumbuh dan mengakibatkan sel anak makin lama makin kecil, sesuai dengan tingkat pembelahan. Fase morula merupakan produk akhir dari fase *cleavage*, pada saat blastomer berjumlah sekitar 16-32. Selama proses pembentukan morula zona pleusida (lapisan glikoprotein ekstra seluler untuk inisiasi interaksi antara sel sperma dengan sel telur) tetap utuh yang menyebabkan besar morula hampir sama dengan besar zigot. Fase morula ini disajikan pada Gambar 3.

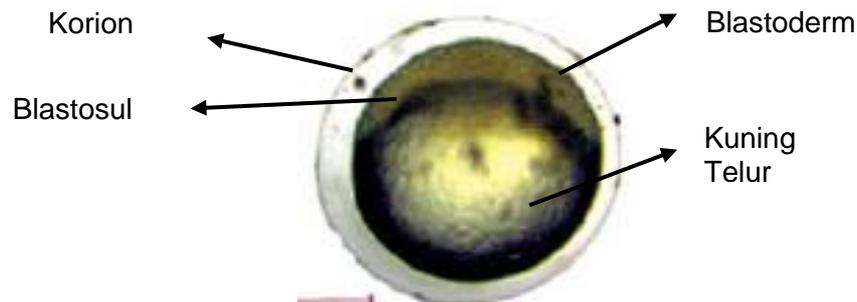


Gambar 3. Fase Morula Ikan Cyprinidae pada 64 sel (Mahapatra, 2017)

c. Stadia Blastula

Menurut Ardhardiansyah *et al.* (2017), perkembangan embrio setelah melalui fase morula adalah fase blastula. Embrio terus melakukan pembelahan sel untuk berkembang menjadi blastula (sel-sel blastoderm), yaitu ditandai dengan terbentuknya rongga kosong. Selama stadia blastula, blastomer membelah beberapa kali membentuk blastomer-blastomer dengan ukuran yang makin kecil, sehingga tempat pada stadia morula, blastomer semula padat akan terbentuk ruangan kosong yang disebut blastosul yang ditutupi oleh blastoderm dan pada sisi luar terdapat *epiblast*. Antara blastosul dan blastoderm dipisahkan oleh *hypoblast primer*.

Menurut Bhattacharya *et al.* (2005), pada fase blastula ini ditandai dengan periode saat dimana blastodik terlihat seperti bola yaitu ketika sel membelah pada tahap ke 128 sel sampai dengan terbentuknya fase gastrulasi. Proses yang paling penting selama fase blastula ini meliputi dari peralihan pertengahan blastula, penyesuaian susunan lapisan kuning telur, dan *epiboly*. *Epiboly* berlanjut sampai periode gastrulasi. Selama pembentukan blastula awal akan terus mengalami penyesuaian pada proses pembentukan. Namun, pada tahap pembelahan sel kesepuluh blastomer mulai membelah secara tidak serempak karena sel-sel dalam embrio 512 sel terlihat pada tahap siklus sel yang berbeda. Hal ini disebut dengan peralihan pertengahan blastula. Fase blastula disajikan pada Gambar 4.

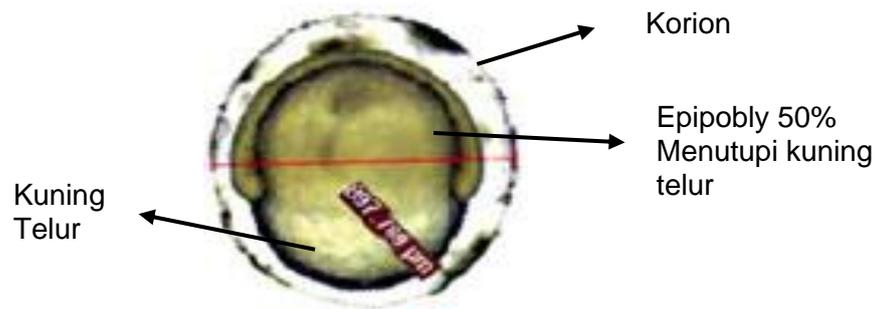


Gambar 4. Tahap akhir dari Pembentukan Fase Blastula (Mahapatra, 2017)

d. Stadia Gastrula

Gastrula merupakan proses pembelahan bakal organ yang sudah terbentuk saat blastulasi. Menurut Murtidjo (2001), bagian-bagian yang terbentuk nantinya akan menjadi suatu organ atau suatu bagian dari organ. Stadia gastrulasi berakhir pada saat kuning telur telah tertutupi oleh lapisan sel. Selama gastrulasi berlangsung, maka akan terjadi proses pembentukan perisai embrio dan pergerakan sel dari lapisan blastomer di kutub anima, dimana sel-sel tersebut bergerak kesamping kiri dan kanan serta ke depan dengan menutupi sebagian kuning telur dan menuju kutub vegetatif (Pattipeilohy *et al.*, 2013).

Menurut Effendie (2002), awal dari stadium gastrula ini terjadi ketika stadium blastula selesai proses pembelahan sel dengan pergerakannya berjalan lebih cepat dari pada stadium blastula. Dalam garis besarnya, proses pergerakan sel dalam stadium gastrula ada dua macam yaitu *ephyboly* dan *emboly*. *Ephyboly* merupakan suatu pergerakan sel-sel yang nantinya dianggap akan menjadi epidermis dan daerah persyaratan dimana pergerakannya itu kedepan, ke belakang dan juga ke samping dari sumbu yang akan menjadi embrio. Jadi dengan *ephyboly* akan terjadi penutupan kuning telur kecuali di tempat yang dinamakan *blastopore*. Sedangkan *emboly* merupakan pergerakan sel yang arahnya menuju ke bagian dalam terutama di ujung sumbu bakal embrio. Fase Gastrula disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Fase Gastrula pada ikan Cyprinidae (Mahapatra, 2017)

e. Stadia Neurula

Neurulasi merupakan proses pembentukan *neurula* yang merupakan calon otak. Proses neurulasi dimulai pada tahap akhir gastrulasi, dimana sudah terbentuk tiga lapisan germinal yang saling berinteraksi. Formasi pembentukan tabung neural terdiri atas dua tahap yakni tahapan *neurulasi primer* dan *neurulasi sekunder*. Neurulasi primer merupakan tahap pembentukan tabung neural, dimana sel-sel di sekitar *neural plate* secara langsung akan menjadi sel *neural plate* dan sel tersebut berproliferasi, invaginasi ke wilayah bagian dorsal yang membentuk tabung berongga. Tahap neurulasi sekunder melibatkan pembentukan *cord medulla* dan berongganya *medulla* menjadi *neural tube* mengalami konstruksi membentuk ruang-ruang otak *spinal cord*. Pembentukan terjadi karena adanya fleksi dan torsi di wilayah kepala, menyebabkan tabung neural yang berbentuk lurus, akan terbagi menjadi lima wilayah otak. Kelima wilayah otak tersebut adalah *telensefalon*, *diensefalon*, *metensefalon*, *mesensefalon* dan *miensefalon* (Lubis dan Irdiyanti, 2010)

Menurut Hidayat (2015), ada beberapa tahapan perkembangan neurulasi yang sangat kompleks. Dimulai dari pembentukan lempeng neural, *notochord* atau tali saraf dorsalis embrio yang menginduksi ektoderm di atasnya, sehingga sel-sel ektoderm ini menjadi panjang dan tebal dari sel-sel yang ada di sekitarnya yang akhirnya akan menjadi lempeng saraf. Kemudian pembentukan lekukan atau

invaginasi (*neural fold*) yang disebabkan karena adanya pertumbuhan dan perbanyakan sel ektoderm epidermis lebih cepat daripada ektoderm neural, maka lapisan *neural plate* menjadi tertekan dan mengalami lekukan ke bagian dalam. Karena pertumbuhan ektoderm epidermis lebih cepat, maka semakin mendorong pemisahan ektoderm neural dari lapisan ektoderm epidermis. Pada akhirnya terbentuk tabung neural dengan lubang yang disebut *neurucoel*. Pada proses perkembangan selanjutnya, tabung neural akan berkembang menjadi otak dan sumsum tulang belakang, saraf tepi otak, dan tulang belakang. Fase neurula disajikan pada Gambar 6.



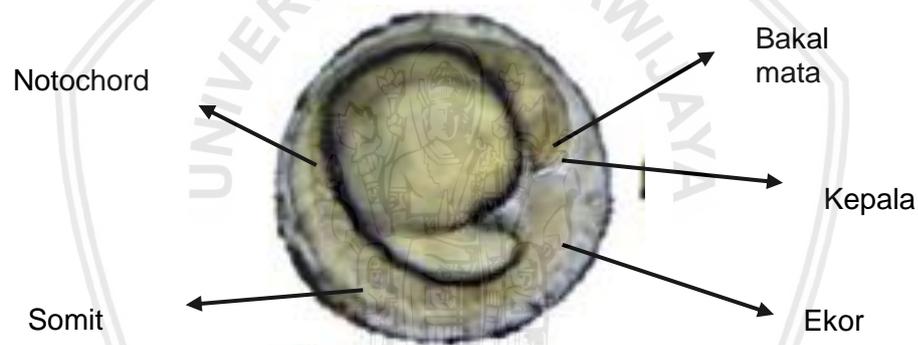
Gambar 6. Fase Neurula pada *Barbonymus* sp. (Mahapatra, 2017)

f. Stadia Organogenesis

Menurut Bhattacharya *et al.* (2005), organogenesis merupakan proses pembentukan berbagai organ tubuh secara berturut-turut, antara lain susunan saraf, mata, ginjal, usus, linea lateralis, jantung, aorta, insang dan lipatan-lipatan sirip. Pada pembentukan mata awalnya mata akan berbentuk titik mata kemudian menjadi mata. Berbagai macam organ terbentuk dari beberapa bakal organ yang terbentuk pada waktu gastrulasi. Organ-organ jantung, ginjal, aorta dan sirip dada berasal dari mesoderm. Usus berasal dari endoderm. Sedangkan insang, linea lateralis dan lipatan-lipatan sirip berasal dari ektoderm.

Menurut Lagler (1962), tahap perkembangan selanjutnya adalah terjadinya organogenesis, diawali dengan terbentuknya bakal kepala dan ekor,

ruas-ruas tulang belakang, bakal mata, otolith, jantung dan organ-organ lainnya, pigmentasi kantung kuning telur dan penetasan menghasilkan larva. Proses organogenesis ini berlangsung lebih lama dibandingkan dengan stadia-stadia lainnya. Hasil pengamatan terhadap embrio selama fase organogenesis menunjukkan adanya pergerakan dari embrio. Pergerakan embrio ini diakibatkan oleh bertambah panjangnya bagian ekor embrio dan mulai terlepas dari kuning telurnya serta terdeteksi jantung sudah mulai aktif. Selain itu, penampakan dari notokorda dan somit semakin jelas serta lekukan pada kepala sudah mulai nampak. Proses penetasan embrio ikan terjadi bila ukuran embrio lebih Panjang diameter cangkangnya. Fase organogenesis disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Fase Organogenesis pada Ikan Cyprinidae (Mahapatra, 2017)

2.5 Derajat Pembuahan Telur

Menurut I'tishom (2008), derajat pembuahan telur dinyatakan dengan satuan persen (%). Derajat pembuahan telur adalah telur-telur yang telah dibuahi dan diamati dalam kurun waktu setelah tiga jam sampai 12 jam pencampuran dengan sperma. Telur yang dibuahi akan terlihat berwarna bening dan akan berubah menjadi kecoklatan, sedangkan telur yang tidak dibuahi akan berwarna putih susu. Fertilisasi (pembuahan sel telur oleh sel sperma) terjadi apabila sperma berhasil menembus mikrofil telur dan membuahi inti telur.

Menurut Woynarovich dan Horvath (1980), derajat pembuahan dipengaruhi oleh kualitas telur dan sperma ikan. Pembuahan buatan juga memerlukan keterampilan khusus, sehingga saat pengurutan telur dan sperma tidak tercampur dengan air atau kotoran. Di samping itu proses pencampuran sperma dan telur harus cepat. Penggunaan alat yang memadai juga akan membantu keberhasilan pembuahan. Derajat pembuahan pada ikan sangat ditentukan oleh kualitas telur, spermatozoa, media, dan penanganan manusia. Telur-telur yang diletakkan di air akan cepat mengembang dan mempercepat proses penutupan mikrofil.

2.6 Daya Tetas Telur

Daya tetas telur (*Hatching Rate*) adalah persentase telur yang menetas setelah waktu tertentu. Penetasan telur ini dapat terjadi karena kerja mekanik, yaitu akibat aktivitas embrio, semakin aktif embrio bergerak maka semakin cepat penetasan akan terjadi, dan kerja enzimatik yaitu adanya enzim *chorionase* yang bersifat mereduksi korion yang terdiri dari *pseudokeratine* menjadi lembek, sehingga pada bagian cangkang yang tipis dan terkena *chorionase* tersebut akan pecah dan ekor embrio yang keluar dari cangkang kemudian diikuti tubuh dan kepalanya (Gusrina, 2014)

Menurut Nugraha (2004), daya tetas telur pada ikan dapat dihitung dengan membandingkan jumlah larva yang menetas dari telur dibandingkan dengan jumlah telur yang terbuahi. Larva yang menetas dari telur dicirikan dengan pecahnya dinding korion dan larva berenang bebas keluar. Sedangkan telur yang tidak menetas akan berwarna putih susu yang menandakan bahwa telur tersebut mati. Penetasan telur dapat disebabkan oleh faktor-faktor yang mempengaruhi. Faktor-faktor tersebut antara lain yaitu pergerakan telur itu sendiri, perubahan suhu, intensitas cahaya, dan kadar oksigen terlarut.

2.7 Sintasan Larva

Menurut Arisanti *et al.* (2013), sintasan larva atau *survival rate* (SR) merupakan kelulushidupan ikan yang dihitung dengan membandingkan ikan yang hidup dengan telur yang menetas. Keberhasilan sintasan larva dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya adalah padat tebar dimana peningkatan padat penebaran akan mengganggu proses fisiologis dan tingkah laku ikan terhadap ruang gerak yang akhirnya menurunkan kondisi kesehatan dan fisiologis, pemanfaatan makanan, pertumbuhan, dan kelangsungan hidup. Stadia awal larva ini merupakan fase kritis bagi ikan, sehingga pada stadia larva ini banyak larva ikan yang mengalami mortalitas. Selain kepadatan, mortalitas ini juga dipengaruhi oleh kualitas air. Kualitas air yang mempengaruhi seperti suhu dan pH pada media hidup larva ikan.

Menurut Setiawati *et al.* (2013), nilai dari kelangsungan hidup dan bobot akhir ikan diketahui dan dihitung melalui keberhasilan sintasan larva atau *survival rate* ini. Semakin banyak larva yang hidup maka hal tersebut menandakan semakin tinggi nilai keberhasilan sintasan larva yang didapat. Hal ini menandakan bahwa ikan yang telah dipelihara dapat hidup dengan baik dan bertahan pada kualitas air tertentu sesuai dengan lingkungan hidupnya.

2.8 Kualitas Air

a. Suhu

Menurut Andriyanto *et al.* (2013), suhu merupakan faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi pertumbuhan rata-rata dan menentukan waktu penetasan serta berpengaruh langsung pada proses perkembangan embrio. Suhu mempunyai pengaruh penting dalam upaya penyerapan kuning telur, pembentukan organ serta tingkah laku larva. Perkembangan embrio merupakan hal yang harus di perhatikan.

Hal ini berkaitan dengan kualitas dan kuantitas benih yang di hasilkan. Ikan - ikan tropis tumbuh dengan baik pada kisaran suhu 25-32°C (Boyd, 1982).

Suhu merupakan faktor fisika yang penting. Proses metabolisme akan meningkat sampai puncaknya dengan kenaikan suhu tetapi kemudian menurun lagi. Faktor penting yang mempengaruhi pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan selain pakan adalah kualitas air terutama suhu. Karena suhu dapat mempengaruhi pertumbuhan dan nafsu makan ikan. Suhu dapat mempengaruhi aktivitas penting ikan seperti pernapasan, pertumbuhan dan reproduksi. Suhu yang tinggi dapat mengurangi oksigen terlarut dan mempengaruhi selera makan ikan. Faktor yang dapat mempengaruhi suhu seperti intensitas cahaya matahari dan kandungan oksigen (Kelabora, 2010).

b. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) air merupakan faktor pembatas pada pertumbuhan ikan dan jasad renik lainnya (plankton, zooplankton, dll). Nilai keasaman (pH) perairan yang sangat rendah (sangat asam) dapat menyebabkan kematian pada ikan. Demikian pula, nilai keasaman (pH) perairan yang tinggi (sangat besar) menyebabkan pertumbuhan ikan terhambat. Kisaran derajat keasaman (pH) perairan yang cocok untuk budidaya ikan di perairan umum tergantung pada jenis ikan yang di pelihara. Sebab setiap jenis ikan menghendaki kisaran (pH) antara 5 – 8,7 (Cahyono, 2001).

Menurut Tatangindatu *et al.* (2013), pH merupakan salah satu parameter kualitas air yang sangat penting bagi kelangsungan hidup ikan. pH yang ideal bagi kehidupan biota air tawar adalah antara 6,8 – 8,5. pH yang sangat rendah dapat menyebabkan kelarutan logam-logam dalam air makin besar yang bersifat toksik bagi organisme di perairan. Sebaliknya pH yang tinggi dapat meningkatkan konsentrasi amoniak dalam air yang juga bersifat toksik bagi organisme air.

c. Oksigen Terlarut (DO)

Menurut Kuncoro (2008), oksigen terlarut adalah banyaknya oksigen yang terlarut dalam massa air melalui proses difusi. Oksigen bisa masuk ke dalam air jika kerapatan molekul-molekul air rendah. Kondisi ini tercapai bila suhu rendah. Sebaliknya jika suhu tinggi, kerapatan air juga tinggi, dan akibatnya oksigen semakin sulit masuk ke dalam massa air. Kondisi air akan berubah apabila ada perputaran air dari permukaan ke dasar akuarium karena adanya resirkulasi atau aerasi oleh *blower* atau aerator. Kondisi oksigen yang baik bagi ikan adalah diatas 5 mg/l (ppm).

Menurut Tatangindatu *et al.* (2013), kadar DO yang seimbang untuk hewan budidaya adalah lebih dari 5 mg/l. Jika oksigen terlarut tidak seimbang akan menyebabkan stres pada ikan karena otak tidak mendapat suplai oksigen yang cukup. Serta hal ini dapat menyebabkan kematian akibat kekurangan oksigen (anoxia) yang disebabkan jaringan tubuh ikan tidak dapat mengikat oksigen terlarut dalam darah. Pada siang hari, oksigen dihasilkan melalui proses fotosintesis sedangkan pada malam hari, oksigen yang terbentuk akan digunakan kembali oleh alga untuk proses metabolisme pada saat tidak ada cahaya. Kadar oksigen maksimum terjadi pada sore hari dan minimum menjelang pagi hari.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

3.1.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Peralatan penelitian

No.	Alat	Fungsi
1.	Seser	Untuk mengambil ikan bader merah (<i>B. balleroides</i>).
2.	Toples plastik 16 liter	Untuk tempat telur ikan bader merah (<i>B. balleroides</i>) yang akan diamati
3.	Selang aerator	Untuk menyalurkan oksigen ke toples penetasan
4.	<i>Blower</i>	Untuk aerasi telur dan larva ikan
5.	Saringan teh	Untuk membantu dalam pengamatan telur.
6.	Timbangan digital	Untuk menimbang induk ikan bader merah (<i>B. balleroides</i>).
7.	Pipet tetes	Untuk membantu mengambil telur yang akan diamati.
8.	Sprit	Untuk mengukur volume sperma induk jantan ikan bader merah (<i>B. balleroides</i>).
9.	<i>Handtally counter</i>	Untuk membantu dalam menghitung telur.
10.	Mikroskop binokuler	Untuk membantu dalam mengamati telur ikan bader merah (<i>B. balleroides</i>).
11.	<i>Object glass</i>	Untuk tempat telur ikan saat diamati dibawah mikroskop.
12.	Sendok	Untuk menebar telur ikan ke toples
13.	Timba	Untuk membawa induk ikan
14.	Mangkok	Untuk wadah semenraea telur ikan yang telah diambil
15.	pH meter	Untuk mengukur kadar pH pada media.
16.	DO meter	Untuk mengukur oksigen terlarut pada media.
17.	Alat tulis	Untuk mencatat hasil penelitian.
18.	Pipa paralon	Untuk menyalurkan aerasi dari <i>blower</i> ke aerator
19.	Batu aerator	Untuk memecah oksigen dalam air
20.	Kran aerasi	Untuk membuka dan menutup saluran oksigen

3.1.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Bahan Penelitian

No.	Bahan	Fungsi
1.	Induk ikan bader merah betina (<i>B. balleroides</i>)	Sebagai induk yang akan diujikan.
2.	Induk ikan bader merah jantan (<i>B. balleroides</i>)	Sebagai induk yang akan diujikan.
3.	Kertas label	Sebagai bahan penanda.
4.	Tisu	Sebagai bahan untuk mengeringkan dan membersihkan alat sebelum digunakan.
5.	Plastik klip	Sebagai tempat untuk telur ikan bader merah (<i>B. balleroides</i>).
6.	Pakan pellet	Sebagai pakan induk ikan jantan dan betina.
7.	Air	Sebagai media hidup ikan dan telur.
8.	Telur ikan bader merah (<i>B. balleroides</i>)	Sebagai sampel yang akan diamati.
9.	Gabus	Sebagai penahan pada saringan penetasan.
10.	Karet gelang	Sebagai penahan gabus supaya tidak lepas.
11.	Substrat	Sebagai bahan untuk membantu dalam merangsang ikan untuk memijah
12.	Kalium Hidroksida (KOH)	Sebagai pengatur pH basa pada media.
13.	Asam Sitrat (C ₆ H ₈ O ₇)	Sebagai pengatur pH asam pada media.

3.2 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Metode penelitian eksperimen ini biasa digunakan dalam penelitian yang berada pada laboratorium. Metode penelitian eksperimen adalah sebagai suatu penelitian ilmiah dimana peneliti memanipulasi dan mengontrol satu atau lebih variabel bebas dan melakukan pengamatan terhadap variabel-variabel terikat untuk menemukan variasi yang muncul bersamaan dengan manipulasi terhadap variabel bebas tersebut (Kerlinger, 1973). Metode penelitian eksperimen bertujuan untuk meneliti kemungkinan sebab akibat dengan mengenakan satu atau lebih kondisi perlakuan

pada satu atau lebih kelompok eksperimen dan membandingkan hasilnya dengan satu atau lebih kelompok kontrol yang tidak beri perlakuan (Isaac dan Michael, 1977).

3.3 Rancangan Penelitian

Pada penelitian ini rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Rancangan acak lengkap (RAL) merupakan jenis rancangan percobaan yang paling sederhana. Pada umumnya, rancangan ini biasa digunakan untuk percobaan yang seragam atau homogen (Mattjik dan Sumertajaya, 2000). Rancangan acak lengkap merupakan jenis rancangan percobaan dimana perlakuan diberikan secara acak kepada seluruh unit percobaan hal ini dapat dilakukan karena lingkungan tempat percobaan diadakan relatif homogen sehingga media atau tempat percobaan tidak memberikan pengaruh berarti pada respons yang diamati. RAL dilakukan dengan cara menempatkan satu jenis perlakuan dengan beberapa kali ulangan Adapun model rancangan acak lengkap adalah sebagai berikut (Sastrosupadi, 2000) :

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan :

i = 1, 2, ..., t dan j = 1, 2, ..., r

Y_{ij} = respons atau nilai pengamatan dari perlakuan ke- i dan ulangan ke- j

μ = rata-rata umum

α_i = pengaruh perlakuan ke- i

ϵ_{ij} = pengaruh galat percobaan dari perlakuan ke- i dan ulangan ke- j

Penelitian ini dilakukan untuk memperoleh pH yang terbaik bagi daya tetas telur ikan bader merah (*B. balleroides*). Menurut Katamihardja (2008), pH yang dibutuhkan oleh ikan *B. balleroides* untuk hidup di lingkungannya adalah kisaran pH antara 6,5 sampai 8,5, sehingga didapatkanlah perlakuan pH yang digunakan pada penelitian ini adalah pH 6, 7, 8 dan 9. Masing-masing dari perlakuan yang

digunakan tersebut dilakukan pengulangan sebanyak empat kali. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan perlakuan pH yang terbaik, sehingga dalam penelitian ini digunakan dosis dari pH yang digunakan sebagai berikut :

Perlakuan A : pH 6

Perlakuan B : pH 7

Perlakuan C : pH 8

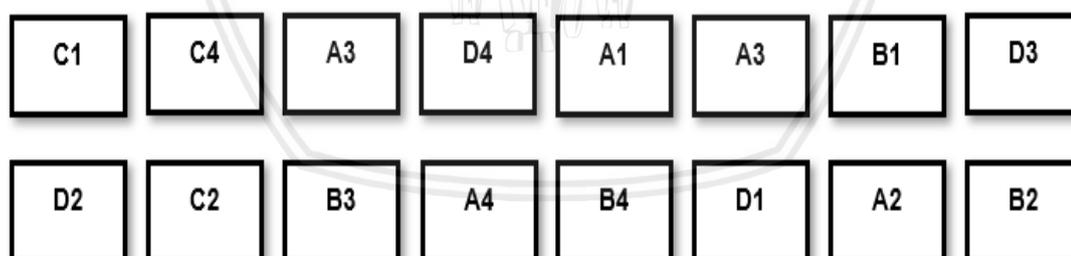
Perlakuan D : pH 9

Rancangan percobaan penelitian disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rancangan Perlakuan Penelitian

PERLAKUAN	ULANGAN			
A	A1	A2	A3	A4
B	B1	B2	B3	B4
C	C1	C2	C3	C4
D	D1	D2	D3	D4

Denah percobaan yang digunakan dari penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode pengacakan yang dapat dilihat pada Gambar 8 berikut :



Gambar 8. Denah Percobaan Penelitian

Keterangan :

A, B, C, D : Perlakuan

1, 2, 3, 4 : Ulangan

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Persiapan Wadah

Persiapan tempat merupakan langkah awal yang dilakukan pada saat melakukan percobaan penelitian ini. Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam kegiatan persiapan wadah toples plastik ukuran 16 liter dibersihkan terlebih dahulu dengan cara dicuci kemudian dikeringkan dan diisi dengan air tawar setinggi 12 liter. Untuk mendapatkan pH asam menggunakan asam sitrat ($C_6H_8O_7$) dan pH basa menggunakan kalium hidroksida (KOH) yang dilarutkan ke dalam media sesuai masing-masing perlakuan. Perlakuan yang digunakan yaitu pH 6, pH 7, pH 8, dan pH 9. Setelah toples telah siap dimasukkan saringan teh dan diberi aerasi pada toples perlakuan.

3.4.2 Seleksi Induk

Induk ikan bader merah (*B. balleroides*) yang digunakan dalam penelitian ini didapatkan dari UPT Laboratorium Kesehatan Ikan dan Lingkungan, Pasuruan, Jawa Timur. Induk bader merah (*B. balleroides*) yang digunakan pada penelitian diseleksi terlebih dahulu induk jantan dan induk betina yang telah matang gonad, sehat, tidak cacat, dan bergerak aktif. Induk betina yang telah matang gonad pada bagian perutnya tapak membuncit dan sedikit lembek serta memiliki tiga lubang urogenital yaitu berfungsi untuk mengeluarkan urin, anus atau dubur, dan genital. Sedangkan untuk induk jantan memiliki bentuk yang lebih ramping daripada betina dan memiliki dua lubang urogenital yang berfungsi untuk keluarnya urin dan sperma.

3.4.3 Proses Pemijahan

Proses pemijahan yang dilakukan pada ikan bader merah (*B. balleroides*) dilakukan secara semi buatan dengan cara *stripping* tanpa dilakukan penyuntikkan. Induk jantan dan betina dilakukan seleksi terlebih dahulu untuk mendapatkan indukan yang telah matang gonad. Setelah mendapatkan indukan jantan dan betina

yang telah matang gonad kemudian indukan jantan dan betina *distripping* kearah urogenital untuk mendapatkan sperma dan telur. Mangkok disiapkan sebagai wadah telur hasil stripping dari induk betina. Sperma diencerkan dengan NaFis dan dicampur dengan telur di dalam mangkok kemudian ditambahkan sedikit air untuk mengaktifkan sperma dan dihomogenkan dengan bulu ayam. Kemudian ditebar sebanyak 40 butir pada saringan teh di dalam toples perlakuan.

3.4.4 Penetasan Telur

Penetasan telur dilakukan pada wadah toples ukuran 16 liter sebanyak 16 buah. Telur yang telah terbuahi hasil *stripping* dimasukkan ke dalam saringan teh di dalam toples perlakuan yang telah disiapkan dengan jumlah telur sebanyak 40 telur pada setiap saringan. Diambil telur dari masing-masing perlakuan sebanyak satu butir telur yang digunakan sebagai sampel untuk diamati proses embriogenesis menggunakan mikroskop dengan pembesaran 10x. Ditunggu kurang lebih selama 17 jam setelah proses pemijahan, kemudian dihitung jumlah larva yang telah menetas dan dihitung *Hatching Rate*.

3.5 Parameter Uji

3.5.1 Parameter Utama

a. Derajat Pembuahan

Derajat pembuahan atau *fertilization rate* (FR) dapat dihitung setelah telur dibuahi oleh spermatozoa. Fertilisasi merupakan persentase keberhasilan proses penyatuan sel gamet jantan dan sel gamet betina untuk membentuk satu sel. Telur yang terbuahi dapat dibedakan dengan telur yang tidak terbuahi. Menurut Faqih (2001), telur yang terbuahi dan telur yang tidak terbuahi kemudian dihitung dengan menggunakan rumus. Rumus yang digunakan untuk menghitung derajat pembuahan yaitu:

$$FR = \frac{\text{jumlah telur yang terbuahi}}{\text{total telur}} \times 100\%$$

b. Perkembangan Embrio

Parameter utama yang digunakan untuk mengukur penelitian ini adalah perkembangan embrio dari telur ikan bader merah (*B. balleroides*) sampai menetas. Pengamatan perkembangan embrio dilakukan menggunakan mikroskop binokuler perbesaran 10 kali. Pengamatan pertama dilakukan 5 menit setelah fertilisasi, kemudian 10 menit setelah fertilisasi, 17 menit setelah fertilisasi, 33 menit setelah fertilisasi, 48 menit setelah fertilisasi, 1 jam 3 menit setelah fertilisasi, 1 jam 15 menit setelah fertilisasi, 1 jam 43 menit setelah fertilisasi, 2 jam 53 menit setelah fertilisasi, 4 jam 36 menit setelah fertilisasi, 4 jam 46 menit setelah fertilisasi, 7 jam 54 menit setelah fertilisasi dan 17 jam 45 menit setelah fertilisasi. Perkembangan embrio yang diamati meliputi fase *cleavage* yaitu pembelahan 2,4,8,16, dan 32, fase morula, blastula, gastrula, neurula, organogenesis hingga menetas dengan menggunakan mikroskop dan dilakukan pencatatan perbedaan waktu selama fase perkembangan embrio untuk menentukan kecepatan perkembangan embrio pada pH yang berbeda. Kemudian kegiatan didokumentasikan dengan diambil foto perkembangan embrio sampai telur menetas yang berfungsi sebagai data utama.

c. Daya Tetas

Penelitian dalam pengamatan embrio ini tidak terlepas dari parameter penetasan embrio. Telur yang menetas ditandai ketika selaput korion telur pecah dan larva yang berada di dalam telur bergerak aktif. Perhitungan keberhasilan dalam penetasan telur ikan bader merah pada masing-masing perlakuan waktu dapat dihitung dengan menggunakan rumus sesuai dengan pernyataan Effendie (2002), yaitu:

$$HR = \frac{\text{jumlah telur yang menetas}}{\text{jumlah telur yang terbuahi}} \times 100\%$$

d. Sintasan Larva

Penelitian dalam pengamatan embrio ini tidak terlepas dari parameter kelulushidupan larva. Telur yang telah menetas akan menjadi larva. Kelulushidupan larva ini merupakan faktor utama dalam keberhasilan pemijahan. Menurut Effendie (2002), kelulushidupan larva dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$SR = \frac{\text{jumlah ikan pada akhir pengamatan}}{\text{jumlah ikan pada awal pengamatan}} \times 100\%$$

3.5.2 Parameter Penunjang

Parameter penunjang dalam penelitian ini antara lain yaitu melakukan pengukuran parameter kualitas air terdiri dari detak jantung embrio, kebutuhan oksigen dalam media, dan parameter kualitas air yang meliputi suhu, pH, dan DO. Penghitungan detak jantung embrio dilakukan pada stadia organogenesis dan jantung mulai terbentuk. Penghitungan dilakukan dengan menggunakan stopwatch dan dihitung detak jantung embrio. Selang waktu yang digunakan yaitu selama 20 detik. Sedangkan untuk penghitungan oksigen dalam media dengan menggunakan plastik klip yang di isi dengan air sesuai pada masing-masing toples perlakuan dengan dimasukkan telur ikan sebanyak 40 butir yang akan diamati kemudian dihitung dengan menggunakan DO meter dan ditutup dengan rapat.

Penghitungan kebutuhan oksigen ini dilakukan pada setelah telur ditebar dan setelah telur menetas menjadi larva. Pengukuran parameter kualitas air ini dilakukan sebanyak dua kali yaitu pada pagi hari pukul 04.00 WIB dan pada siang hari pukul 14.00 WIB. Pemilihan pengukuran pada kedua waktu yang digunakan tersebut adalah karena pada pukul 04.00 WIB sinar matahari belum muncul sehingga tidak mempengaruhi kualitas air, selain itu waktu tersebut merupakan waktu perubahan yang *lethal* pada kualitas air bagi kehidupan ikan. Pada waktu tersebut dimana waktu malam menjelang pagi hari merupakan waktu dimana

kondisi oksigen dalam keadaan minimum sekali. Pengukuran suhu dilakukan dengan menggunakan *thermometer* Hg, pengukuran pH dengan pH pen, dan pengukuran DO dengan DO meter.

3.6 Analisis Data

Penelitian ini menggunakan teknik pengambilan data yang dilakukan secara observasi langsung yaitu dengan cara melakukan pengamatan secara langsung terhadap subjek yang akan diamati dan mengambil gambar pada fase perkembangan embrionya. Dilanjutkan dengan melakukan pengolahan data dengan menganalisis derajat pembuahan, waktu perkembangan embrio, daya tetas telur, dan sintasan larva ikan bader merah pada setiap perlakuan pH dan tabel waktu pada fase perkembangan embrio telur ikan bader merah dari setiap perlakuan pH berbeda yang diberikan. Berdasarkan analisa grafik tersebut maka akan diketahui telur manakah yang mengalami perlambatan perkembangan berdasarkan perlakuan pH yang berbeda. Dari setiap fase perkembangan (fase pembelahan menetas) akan dianalisis. Semua analisis tersebut dihitung dan diuji secara statistik dengan menggunakan *analysis of variance* (ANOVA) sesuai dengan rancangan yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) pada tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$) dengan menggunakan 4 perlakuan dan 4 kali ulangan pada masing-masing perlakuan. Apabila dari data sidik ragam diketahui bahwa perlakuan menunjukkan pengaruh nyata atau berbeda sangat nyata ($F_{hitung} > F_{tabel}$) maka untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

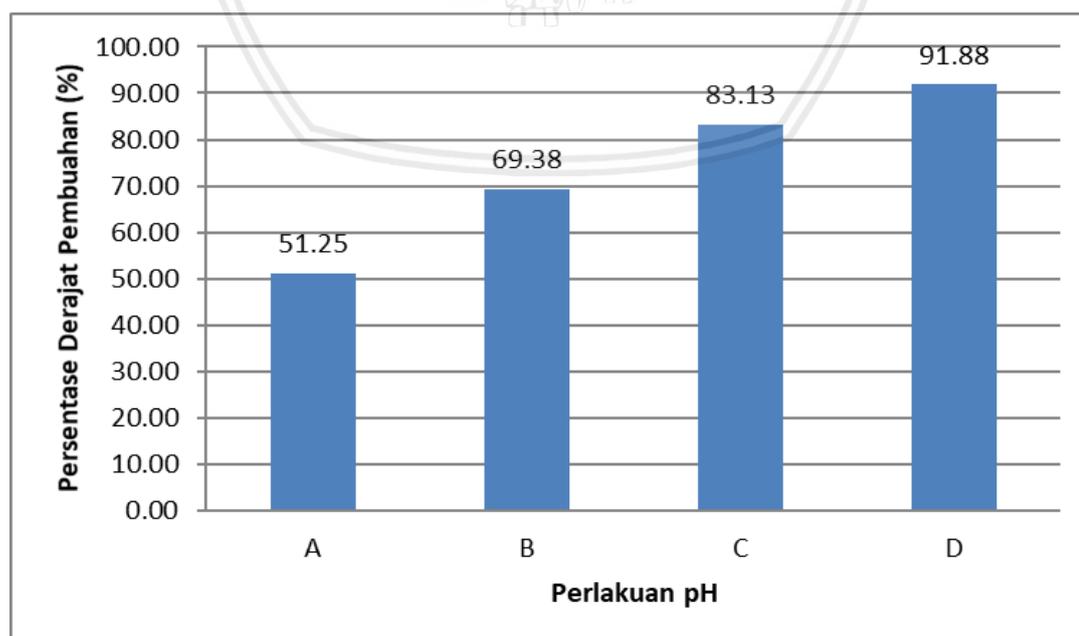
4.1 Pengaruh pH terhadap Derajat Pembuahan Telur Ikan Bader Merah

Menurut I'tishom (2008), derajat pembuahan telur (*fertilization rate*) dinyatakan dengan satuan persen (%). Derajat pembuahan telur adalah telur-telur yang telah dibuahi dan diamati dalam kurun waktu setelah tiga jam sampai dua belas jam setelah pencampuran dengan sperma. Hasil rerata nilai perhitungan derajat pembuahan telur ikan bader merah dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 4. Rerata Nilai Perhitungan Derajat Pembuahan Telur Ikan Bader Merah

Perlakuan	Ulangan (%)				Total (%)	Rerata (%)	SD
	1	2	3	4			
A	57,50	47,50	52,50	47,50	205,00	51,25	4,79
B	62,50	72,50	67,50	75,00	277,50	69,38	5,54
C	82,50	87,50	77,50	85,00	332,50	83,13	4,26
D	92,50	90,00	97,50	87,50	367,50	91,88	4,47

Hasil pengamatan mengenai pengaruh pH terhadap derajat pembuahan pada masing-masing perlakuan disajikan pada Gambar 21.



Gambar 9. Grafik Persentase Derajat Pembuahan Ikan Bader Merah

Berdasarkan data grafik diatas menunjukkan hasil rata-rata derajat pembuahan atau *fertilization rate* didapatkan hasil tertinggi yaitu pada perlakuan D (pH 9) sebesar 91,88% kemudian perlakuan C (pH 8) sebesar 83,13%, lalu perlakuan B (pH 7) sebesar 69,38%, dan yang terendah yaitu perlakuan A (pH 6) sebesar 51,25%. Menurut Sayer *et al.* (1991), pembuahan telur terjadi ketika telur yang telah dikeluarkan oleh induk betina dibuahi oleh sperma yang dikeluarkan oleh induk jantan. Derajat pembuahan telur pada ikan yang tinggi akan diikuti oleh derajat penetasan telur yang tinggi pula. Hal tersebut dapat berbeda hasilnya dikarenakan adanya faktor lingkungan lain yang mempengaruhi derajat pembuahan telur. Faktor lingkungan tersebut seperti suhu, DO, dan pH. Menurut Ogretmen *et al.*, (2016), pH yang rendah dapat memberikan pengaruh yang negatif terhadap motilitas sperma dan persentase spermatozoa yang dihasilkan oleh induk jantan untuk membuahi telur dari induk betina. Nilai pH yang disarankan untuk media aktivasi sperma adalah kisaran 5-10.

Menurut Peterson *et al.*, (1982), pembuahan pada sebagian besar spesies ikan tidak berhasil pada pH yang lebih rendah dari 4. Hal tersebut dikarenakan pada pH yang terlalu asam dan cenderung lebih ekstrem. Bila motilitas sperma mengalami penurunan dikarenakan pH media yang tidak sesuai untuk proses pembuahan ikan maka hal tersebut akan berpengaruh terhadap derajat pembuahan ikan tersebut. Sehingga pH yang optimal sangat mempengaruhi derajat pembuahan pada ikan karena akan berpengaruh terhadap motilitas sperma. Selain pH faktor lingkungan lainnya yang dapat mempengaruhi derajat pembuahan telur juga harus diperhatikan untuk menghindari pengaruh yang negatif pada hasil derajat pembuahan telur yang dihasilkan oleh ikan. Untuk mengetahui pengaruh pH yang berbeda terhadap derajat pembuahan telur ikan bader merah maka dilakukan uji sidik ragam yang disajikan pada Tabel 7.

Tabel 5. Sidik Ragam Derajat Pembuaian Telur Ikan Bader Merah

Sumber	db	JK	KT	F hitung	F5%	F1%
Keragaman						
Perlakuan	3	3766,79	1255,60	55,74**	3,49	5,95
Acak	12	270,31	22,53			
Total	15	4037,11				

Keterangan : ** = berbeda sangat nyata

Dari data tabel diatas menunjukkan hasil F hitung > F5% dan F1% yang menunjukkan bahwa pH media yang berbeda memberikan pengaruh sangat nyata terhadap derajat pembuaian telur ikan bader merah. Selanjutnya dilakukan uji BNT yang disajikan pada Tabel 8.

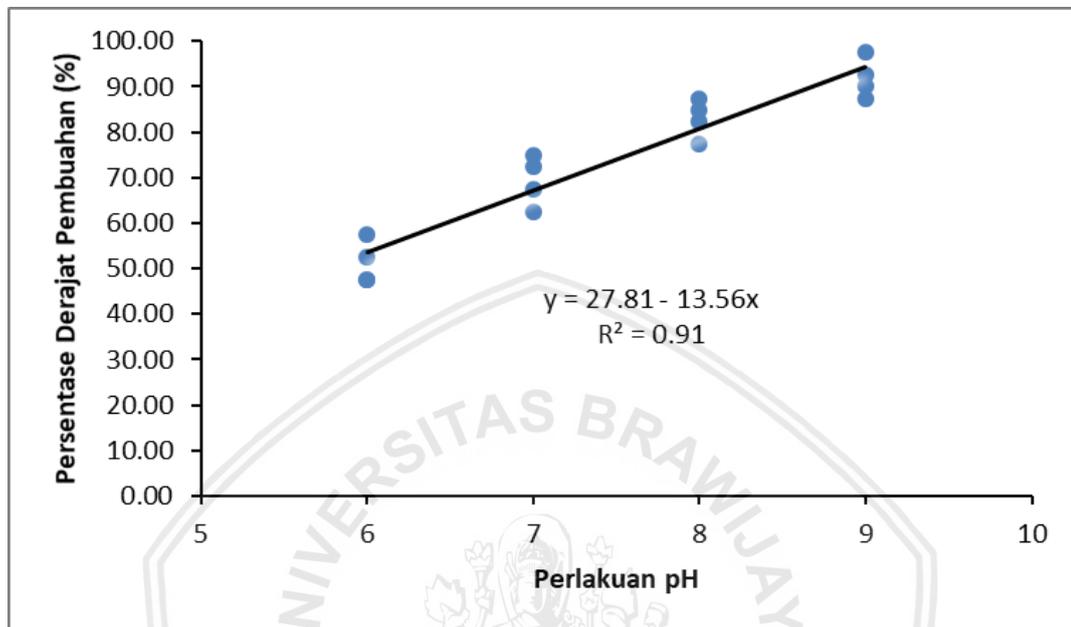
Tabel 6. Uji Beda Nyata Terkecil Derajat Pembuaian Telur Ikan Bader Merah

Perlakuan	A	B	C	D	Notasi
	51,25	69,38	83,13	91,88	
A	51,25	-	-	-	a
B	69,38	18,13**	-	-	b
C	83,13	31,88**	13,75**	-	c
D	91,88	40,63**	22,50**	8,75*	d

Keterangan : ns = tidak berbeda nyata
 * = berbeda nyata
 ** = berbeda sangat nyata

Hasil uji BNT diketahui seperti pada tabel di atas bahwa terdapat perbedaan pada perlakuan A (pH 6), perlakuan B (pH 7), perlakuan C (pH 8), dan perlakuan D (pH 9) terhadap derajat pembuaian telur ikan bader merah sehingga dapat dilihat bahwa perlakuan pH yang terbaik bagi derajat pembuaian telur ikan bader merah adalah perlakuan D yaitu pH 9. Kemudian perlakuan pH terbaik untuk derajat pembuaian telur ikan bader merah adalah perlakuan C (pH 8), lalu perlakuan B (pH 7), dan yang terakhir adalah perlakuan A (pH 6). Untuk mengetahui bentuk kurva dan mengetahui hubungan antara perlakuan pH yang berbeda

terhadap derajat pemuahan telur ikan bader merah dilakukan perhitungan *polynomial ortogonal* secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 5. Kurva regresi derajat pemuahan telur ikan bader merah disajikan pada Gambar 22.



Gambar 10. Grafik Regresi Derajat Pemuahan Telur Ikan Bader Merah

Berdasarkan grafik diatas didapatkan hasil derajat pemuahan telur ikan bader merah dengan persamaan $y = 27,81 - 13,56x$ dengan R^2 sebesar 0,91 yang berarti bahwa perlakuan pH yang berbeda berpengaruh terhadap derajat pemuahan telur ikan bader merah sebesar 91%. Hasil grafik diatas juga menunjukkan bahwa hubungan antara pH dengan derajat pemuahan akan lebih cepat apabila pH berada di atas 6. Menurut Dumorne *et al.* (2018), secara umum pH memiliki efek pada aktivasi sperma ikan. pH lingkungan yang rendah dapat mempengaruhi tingkat aktivasi sperma dan motilitas sperma.

Menurut Ogretmen *et al.* (2016), motilitas sperma adalah parameter yang penting untuk mengetahui keberhasilan pemuahan pada ikan. Sel sperma pada sebagian besar ikan imotil dan harus dilepaskan ke dalam air untuk memicu sperma menjadi aktif dan motilitas sperma meningkat. Maka dari itu media untuk aktivasi

sperma merupakan suatu hal yang penting untuk perkembangan motilitas sperma. Motilitas sperma dipengaruhi oleh pH, suhu, salinitas, dan osmolalitas.

4.2 Perkembangan Embrio Ikan Bader Merah

Pada proses embriogenesis terjadi pada telur yang telah terfertilisasi. Menurut Ardhardiansyah *et al.* (2017), tahap-tahap perkembangan proses embriogenesis menjadi sebuah larva dimulai dari fase *cleavage* (pembelahan sel), stadia morula, stadia blastula (pembentukan *blastoderm*), stadia gastrula (penutupan kantung kuning telur), organogenesis hingga embrio menetas dan keluar dari cangkang telur. Pengamatan fase perkembangan telur dengan menggunakan mikroskop. Lama waktu proses perkembangan embriogenesis ikan bader merah dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 7. Waktu Perkembangan Embrio Ikan Bader Merah pada pH yang berbeda yaitu 6, 7, 8, dan 9.

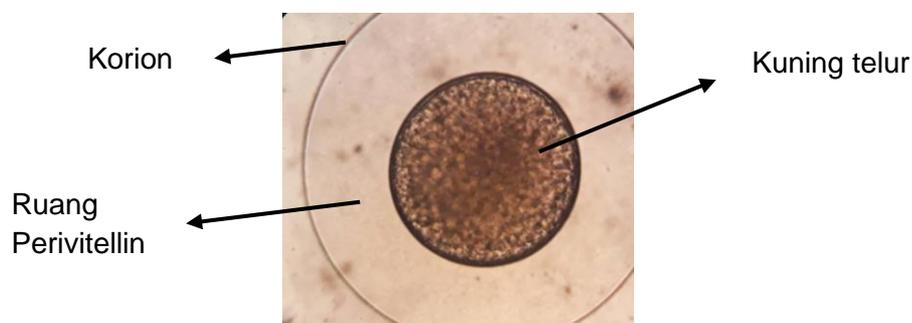
Embrio	pH 6		pH 7		pH 8		pH 9	
	Jam	Menit	Jam	Menit	Jam	Menit	Jam	Menit
Fertil	0	0	0	0	0	0	0	0
Pembelahan 1 (2 sel)	0	22	0	22	0	22	0	22
Pembelahan 2 (4 sel)	0	26	0	26	0	26	0	26
Pembelahan 3 (8 sel)	0	36	0	36	0	36	0	36
Pembelahan 4 (16 sel)	0	51	0	51	0	51	0	51
Pembelahan 5 (32 sel)	1	8	1	8	1	8	1	8
Morula	2	34	2	8	1	31	1	25
Blastula	5	10	4	28	2	52	2	46
Gastrula	8	14	6	42	5	24	5	3
Neurula	11	37	9	47	8	12	7	22
Organogenesis	15	44	13	15	11	27	10	35
Menetas	24	54	21	37	18	50	17	43

Hasil pengamatan perkembangan embrio ikan bader merah ini diawali dengan telur yang telah mengalami pembuahan atau fertilisasi. Fertilisasi terjadi apabila inti dari spermatozoa dapat membuahi inti telur yang berada di dalam

sitoplasma sehingga membentuk zigot. Pada proses pembuahan ini spermatozoa akan masuk ke inti telur melalui lubang mikrofil yang terdapat pada korion. Setelah mengalami proses pembuahan, proses perkembangan embrio telur akan dimulai.

4.1.1 Telur Fertil

Telur ikan yang telah terbuahi kemudian ditebar ke dalam saringan yang terletak di dalam toples perlakuan. Telur yang diamati proses perkembangan embrionya di ambil dengan menggunakan pipet tetes kemudian diletakkan di atas objek glass. Lalu telur yang telah terbuahi tersebut diamati dibawah mikroskop dan dicatat waktu perkembangannya setelah itu telur didokumentasikan. Telur yang ditebar harus ditangani secara berhati-hati. Menurut Putri *et al.* (2013), telur-telur yang telah terbuahi tersebut memiliki perbedaan dengan telur yang tidak terbuahi. Ciri telur yang terbuahi maka akan berwarna transparan. Sedangkan telur yang tidak terbuahi maka akan berwarna putih susu, maka telur tersebut harus segera dipisahkan supaya tidak menimbulkan bau yang mengganggu. Menurut Larger *et al.*, (1977), telur yang terbuahi dan tidak terbuahi tampak berbeda. telur yang terbuahi oleh sperma akan tampak transparan (jernih) dan warna yolk yang tajam. Sedangkan telur yang tidak terbuahi oleh sperma akan tampak keruh dan warna yolk memudar. Telur yang tidak terbuahi segera kehilangan transparansinya dan menjadi keputih-putihan karena yolk merembes ke dalam ruang perivitellin dan akhirnya telur tersebut akan mati. Telur yang terbuahi dapat dilihat pada Gambar 9.

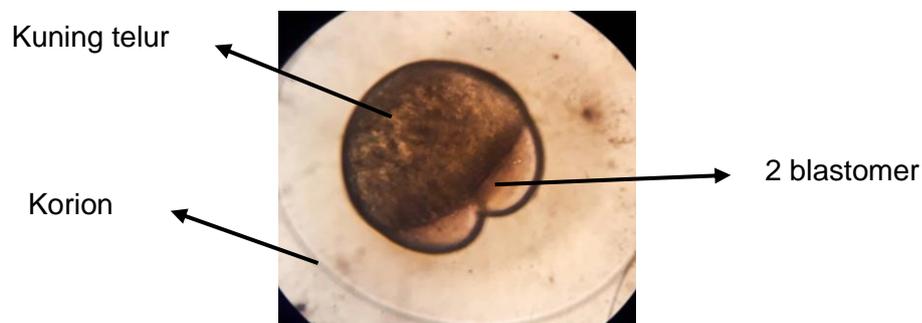


Gambar 11. Telur yang terbuahi perbesaran 10x
(Dokumentasi Pribadi, 2019)

4.1.2 Pembelahan Zigot (*Cleavage*)

Fase *cleavage* merupakan fase awal terjadinya pembelahan pertama pada proses embriogenesis. Setelah telur melalui fase *cleavage* sesaat setelah telur terbuahi maka proses perkembangan embriogenesis akan berlanjut menuju ke fase morula. Pada fase *cleavage* ini telur yang telah terbuahi akan mengalami pembelahan pertama yaitu 2 sel, pembelahan kedua yaitu 4 sel, pembelahan ketiga yaitu 8 sel, pembelahan keempat yaitu 16 sel, dan yang terakhir dari fase *cleavage* adalah pembelahan kelima yaitu 32 sel. Pada pembelahan kelima ini merupakan tahap akhir fase *cleavage* yang kemudian akan memasuki fase morula. Pada perlakuan pH 6, 7, 8, dan 9 fase *cleavage* terjadi pada waktu yang bersamaan. Pembelahan pertama yaitu dari 1 sel ke 2 sel terjadi pada 22 menit pertama setelah terjadi fertilisasi.

Pembelahan pertama inti telur membentuk dua sel. Butiran minyak berada pada bidang sisi telur antara kutub animal dan kutub vegetatif (Nur *et al.*, 2009). Menurut Mahapatra (2017), pembelahan 1 pada famili Cyprinidae dimulai dalam 15-20 menit pertama setelah siklus sel *zygotic*. Alur pembelahan ini berorientasi secara vertikal. Pada alur pembelahan muncul di dekat kutub hewan dan berkembang cepat menuju kutub tumbuhan yang menghasilkan dua blastomer dengan ukuran yang sama. Pembelahan pertama pada telur ikan bader merah disajikan pada Gambar 10.



Gambar 12. Pembelahan 2 sel perbesaran 10x
(Dokumentasi Pribadi, 2019)

Pada proses pembelahan kedua yaitu dari 2 sel ke 4 sel pada perlakuan pH 6,7,8, dan 9 terjadi pada 26 menit setelah alur pembelahan pertama. Blastomer yang terbentuk akan bertambah jumlah menjadi 4. Menurut Ardhardiansyah *et al.* (2017), setelah proses pembelahan pertama akan terjadi proses pembelahan kedua. Pembelahan kedua ini adalah tahap perkembangan empat sel, ditandai dengan terjadinya pembelahan mitosis dari kedua sel menghasilkan empat buah sel yang berukuran sama besar namun lebih kecil dari yang berukuran dua sel. Menurut Mahapatra (2017), proses alur perkembangan embrio famili Cyprinidae pada pembelahan kedua dimulai pada menit ke 25. Dari proses pembelahan kedua ini menghasilkan 4 blastomer. Susunan blastomer menjadi 2x2. Membran vitellin dan ruang perivitellin dapat diamati dengan baik. Pembelahan kedua pada telur ikan bader merah disajikan pada Gambar 11.



Gambar 13. Pembelahan 4 sel perbesaran 10x
(Dokumentasi Pribadi, 2019)

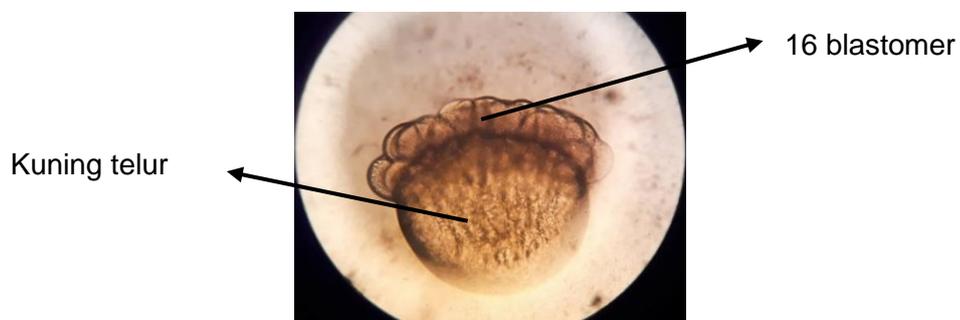
Pada proses pembelahan ketiga yaitu dari 4 sel ke 8 sel pada perlakuan pH 6,7,8, dan 9 terjadi pada 36 menit setelah alur pembelahan kedua. Blastomer yang terbentuk akan bertambah jumlah menjadi 8. Menurut Bhattacharya (2005), pembelahan ketiga ini mengarah secara vertikal dan sejajar dengan yang pertama. Pada pembelahan ketiga ini membentuk 8 blastomer yang disusun dalam dua baris dengan 4 sel. Menurut Mahapatra (2017), pembelahan menjadi delapan sel adalah akibat dari pembelahan empat sel atau blastomer menjadi delapan blastomer yang tersusun dalam dua baris sejajar. Pada setiap baris terdiri dari empat blastomer

yang berukuran sama besar. Pada famili Cyprinidae pembelahan ketiga dimulai pada menit ke 30. Pembelahan ketiga pada telur ikan bader merah disajikan pada Gambar 12.



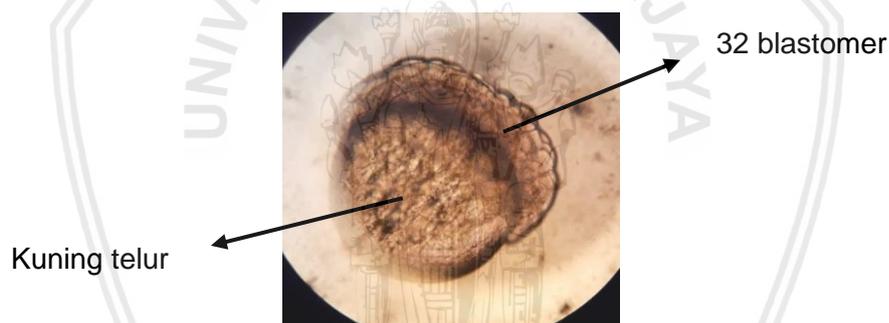
Gambar 14. Pembelahan 8 sel perbesaran 10x
(Dokumentasi Pribadi, 2019)

Pada proses pembelahan keempat yaitu dari 8 sel ke 16 sel pada perlakuan pH 6,7,8, dan 9 terjadi pada 51 menit setelah alur pembelahan ketiga. Blastomer yang terbentuk akan bertambah jumlah menjadi 16. Pembelahan keempat terdiri dari dua pembelahan yang berjalan bersama-sama dan terletak di sebelah kanan dan kiri bidang pembelahan kedua. Apabila pembelahan ke empat selesai maka terbentuk stadia 16 (Effendi, 2002). Menurut Mahapatra (2017), pembelahan keempat terjadi di sepanjang dua bidang, secara paralel di kedua sisi yang kedua. Pembelahan keempat pada famili Cyprinidae dimulai pada menit ke 35-40 setelah itu menghasilkan 16 blastomer yang berada pada 4 baris dengan 4 sel. Pembelahan keempat pada telur ikan bader merah disajikan pada Gambar 13.



Gambar 15. Pembelahan 16 sel perbesaran 10x
(Dokumentasi Pribadi, 2019)

Pada proses pembelahan yang terakhir yaitu kelima pembelahan dari 16 sel ke 32 sel pada perlakuan pH 6,7,8, dan 9 terjadi pada 1 jam 8 menit setelah alur pembelahan keempat. Blastomer yang terbentuk akan bertambah jumlah menjadi 32. Pada pembelahan kelima, blastomer yang terbentuk sama besar dan ukurannya lebih kecil dari pembelahan keempat. Blastomer-blastomer yang terbentuk susunannya tidak beraturan lagi dan membentuk seperti bola kecil. Fase pembelahan ini telah memasuki stadia morula (Ardhardiansyah *et al.*, 2017). Menurut Bhattacharya (2005), pembelahan kelima famili Cyprinidae dimulai pada 1 jam 45 menit. Pembelahan kelima adalah pembelahan yang menghasilkan 32 blastomer yang disusun dalam 4 baris dengan 8 sel. Pembelahan kelima pada telur ikan bader merah disajikan pada Gambar 14.



Gambar 16. Pembelahan 32 sel perbesaran 10x
(Dokumentasi pribadi, 2019)

4.1.3 Stadia Morula

Setelah fase *cleavage* selesai dengan diakhiri oleh pembelahan 32 sel maka fase berlanjut ke morula. Pada stadia morula terjadi pada pH 6 di waktu 2 jam 34 menit, pada pH 7 di waktu 2 jam 8 menit, pada pH 8 di waktu 1 jam 31 menit dan pada pH 9 di waktu 1 jam 25 menit. Pada stadia morula blastomer-blastomer yang terbentuk semakin kecil dan susunannya tidak beraturan lagi. Menurut Sedjati (2002), awal terbentuknya stadia morula adalah terbentuknya 32 sel yang merupakan turunan blastomer kelima. Stadia morula adalah stadia dimana blastomer-blastomer yang terbentuk akan memadat sehingga menjadi blastodisk

pada kutub animal yang membentuk dua lapisan sel. Pada stadia morula pembelahan zigot berlangsung cepat sehingga sel anak tidak sempat tumbuh dan mengakibatkan sel anak makin lama makin kecil, sesuai dengan tingkat pembelahan. Menurut Bhattacharya (2005), tahap morula terjadi setelah pembelahan kelima yaitu 32 sel. Pada morula sel akan membelah sebanyak 64 sel. Pada famili Cyprinidae fase morula dimulai pada 2 jam 15 menit untuk menghasilkan dua lapisan 32 sel dengan satu lapisan terletak diatas yang lain. Stadia morula ikan bader merah disajikan pada Gambar 15.

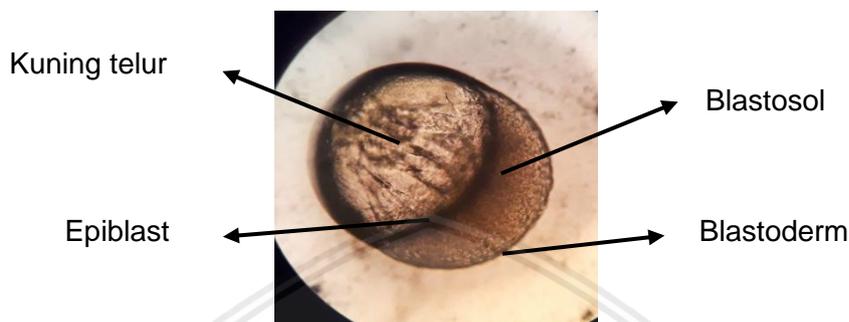


Gambar 17. Stadia Morula perbesaran 10x
(Dokumentasi Pribadi, 2019)

4.1.4 Stadia Blastula

Stadia blastula merupakan stadia yang berlangsung setelah stadia morula selesai. Pada stadia blastula terjadi pada pH 6 di waktu 5 jam 10 menit, pada pH 7 di waktu 4 jam 28 menit, pada pH 8 di waktu 2 jam 52 menit dan pada pH 9 di waktu 2 jam 46 menit. Menurut Pattipeilohy *et al.* (2013), pada stadia blastula, blastomer membelah beberapa kali membentuk blastomer-blastomer dengan ukuran yang semakin kecil, sehingga tempat pada stadia morula blastomer semula padat akan terbentuk ruangan kosong yang disebut blastosol yang ditutupi oleh blastoderm dan pada sisi luar terdapat *epiblast*. Antara blastosol dan blastoderm dipisahkan oleh *hypoblast* primer. Pada akhir stadia blastula, sel-sel blastoderm akan terdiri dari *neural*, *epidermal*, *notochordal*, *mesodermal*, dan *endodermal* yang merupakan bakal pembentukan organ-organ embrio. Menurut Bhattacharya (2005), blastula

akan terlihat seperti bola. Fase blastula berada pada tahap 128 sel sampai timbulnya gastrulasi. Pada saat blastula akhir akan mulai terbentuk *epiboly*. Fase blastula pada famili Cyprinidae dimulai pada 2 jam 30 menit hingga 5 jam 45 menit. Stadia blastula ikan bader merah disajikan pada Gambar 16.

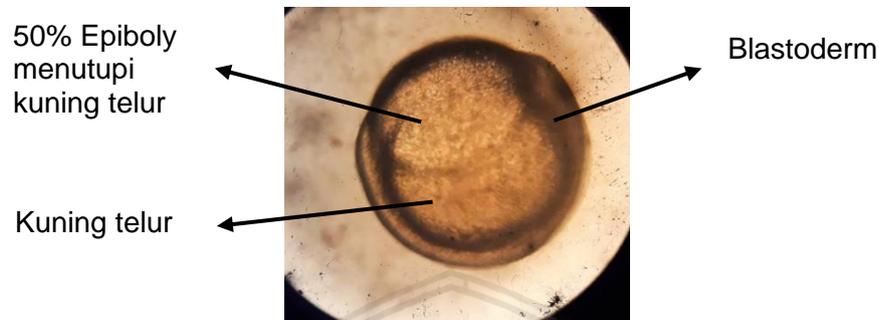


Gambar 18. Stadia Blastula perbesaran 10x
(Dokumentasi Pribadi, 2019)

4.1.5 Stadia Gastrula

Setelah stadia blastula berakhir fase perkembangan embrio akan berlanjut ke stadia gastrula. Pada stadia gastrula terjadi pada pH 6 di waktu 8 jam 14 menit, pada pH 7 di waktu 6 jam 42 menit, pada pH 8 di waktu 5 jam 24 menit dan pada pH 9 di waktu 5 jam 3 menit. Pada stadia gastrula ini telur mulai mengalami perubahan bentuk. Bentuk telur pada fase gastrula ini sangat berbeda dengan bentuk telur ketika masih di stadia cleavage dan morula. Menurut Renita *et al.* (2016), setelah fase blastula kemudian akan dilanjutkan ke fase gastrula. Pada awal fase gastrula ini blastoderm menutupi hampir seluruh kuning telur. Bagian yang tidak menutupi kuning telur tersebut akan dinamakan blastopor. jaringan luar embrio terus berkembang mengelilingi kuning telur. Setelah jaringan menutupi seluruh kuning telur terbentuklah perisai embrio pada kutub anima. Perisai embrio yang berada pada kutub anima akan berkembang menjadi tulang belakang. Fase perkembangan embrio telur akan berlanjut ke fase neurula sampai menetas. Menurut Mahapatra (2017), periode gastrula terjadi pada 2 jam 30 menit sampai 5 jam 50 menit. Periode gastrula akan dimulai pada 2 jam 30 menit. Selama tahap ini

blastomer akan meluas ke arah kutub tumbuhan. Pada stadia ini hampir seluruh permukaan kuning telur tertutup oleh blastoderm. Stadia blastula ikan bader merah disajikan pada Gambar 17.



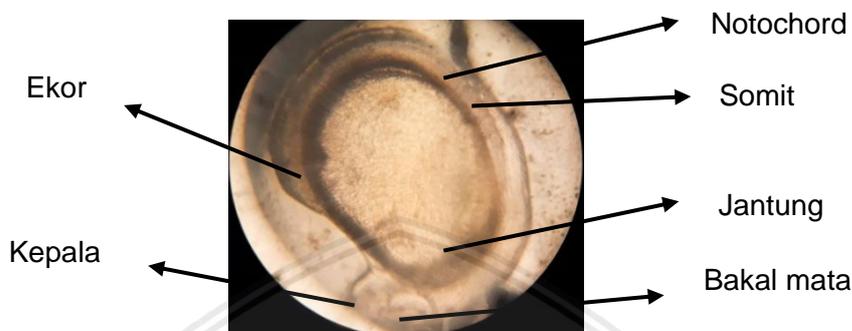
Gambar 19. Stadia Gastrula perbesaran 10x
(Dokumentasi Pribadi, 2019)

4.1.6 Stadia Neurula

Perkembangan embriogenesis setelah fase gastrula maka akan berlanjut ke fase neurula. Pada fase neurula ini embrio sudah semakin terbentuk. Pada stadia neurula terjadi pada pH 6 di waktu 11 jam 37 menit, pada pH 7 di waktu 9 jam 47 menit, pada pH 8 di waktu 8 jam 12 menit dan pada pH 9 di waktu 7 jam 22 menit. Menurut Nugraha *et al.* (2012), pada fase neurula mulai mengalami pembentukan awal jaringan organ-organ yang berhubungan dengan aktivitas motorik pada bagian anterior ikan. Pada fase ini juga sering menyebabkan terjadinya menetasnya larva menjadi prematur. Perkembangan embrio awal pada stadia neurula ini dimulai setelah embrio berbentuk menyerupai huruf C. Pada stadia neurula ini mulai terbentuk calon mata dan beberapa somit sudah mulai terlihat. Perkembangan calon embrio berakhir pada stadia gastrula akhir sedangkan untuk tingkat selanjutnya sudah dinamakan perkembangan embrio yang mulai dari stadia neurula.

Menurut Forgacs dan Newman (2005), pada fase neurula ini ditandai dengan lapisan ektoderm yang mengalami penebalan hingga munculnya *neural plate*. *Neural plate* mengalami lipatan menjadi *notochord*. Terbentuk juga sebuah

lipatan ektoderm di sepanjang dorsal embrio yang disebut *neural fold*. *Neural fold* ini akhirnya melebur dan menyatu membentuk sekelompok sel yang berbentuk tabung yang disebut *neural tube*. Stadia neurula ikan bader merah disajikan pada Gambar 18.



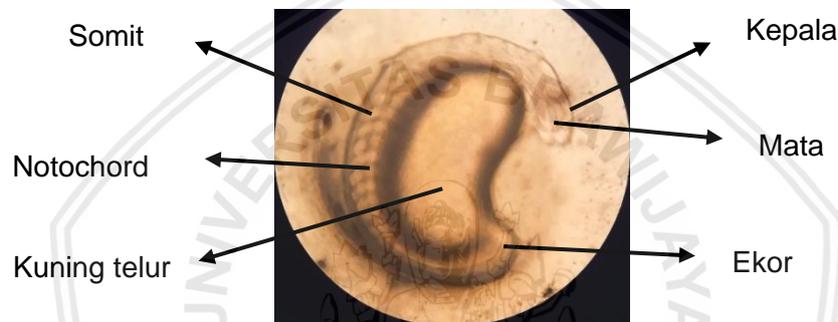
Gambar 20. Stadia Neurula perbesaran 10x
(Dokumentasi Pribadi, 2019)

4.1.7 Stadia Organogenesis

Perkembangan fase embriogenesis berlanjut ke stadia organogenesis yang merupakan stadia terakhir sebelum embrio menetas. Stadia embriogenesis merupakan stadia terakhir dimana embrio akan semakin terbentuk bagian tubuhnya dengan sempurna. Pada penelitian ini stadia organogenesis terjadi pada pH 6 di waktu 15 jam 44 menit, pada pH 7 di waktu 13 jam 15 menit, pada pH 8 di waktu 11 jam 27 menit dan pada pH 9 di waktu 10 jam 35 menit.

Fase organogenesis merupakan tahap pembentukan organ pada embrio. Dalam fase organogenesis terbentuk berturut-turut bakal organ yaitu syaraf, *notochord*, mata, somit, jantung, *aorta*, insang 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 (Renita *et al.*, 2016).

Menurut Mahapatra (2017), pada stadia organogenesis embrio akan semakin besar dan memenuhi ruang di dalam telur. Kantung kuning telur menjadi sangat kecil dan ditutupi oleh perut embrio yang berisi kuning telur untuk persediaan makan embrio setelah menetas. Pada stadia organogenesis ini berlangsung dalam 9 jam 40 menit – 11 jam 10 menit. Embrio akan semakin tumbuh dengan sangat terorganisir dan *notochord* akan berkembang semakin baik. Organ-organ seperti tulang punggung, mata, kepala, dan otak semakin terbentuk dengan jelas. Stadia organogenesis ikan bader merah disajikan pada Gambar 19.



Gambar 21. Stadia Organogenesis perbesaran 10x
(Dokumentasi Pribadi, 2019)

4.1.8 Telur Menetas

Menetas merupakan masa terakhir dari proses embriogenesis, sebagai hasilnya embrio akan keluar dari cangkangnya. Telur yang menetas terjadi akibat menipisnya lapisan korion, sehingga embrio keluar dari cangkang. Pada proses penetasan terjadi pada pH 6 di waktu 24 jam 54 menit, pada pH 7 di waktu 21 jam 37 menit, pada pH 8 di waktu 18 jam 50 menit dan pada pH 9 di waktu 17 jam 43 menit. Pada saat telur akan menetas ini, embrio akan lebih sering mengubah posisinya dengan berputar ke kiri dan ke kanan. Dengan adanya pergerakan-pergerakan tersebut maka menyebabkan bagian cangkang akan semakin lama semakin lembek dan kemudian cangkang akan pecah dan embrio keluar dari cangkang. Menurut Reynalte *et al.* (2015), penetasan adalah perubahan *intracapsular* ke fase kehidupan. Penetasan merupakan saat terakhir masa

pengeraman sebagai hasil beberapa proses sehingga embrio keluar dari cangkangnya. Penetasan terjadi karena ada kerja mekanik dan enzimatik. Kerja mekanik yaitu penetasan yang terjadi karena embrio yang sering mengubah posisi disebabkan kekurangan ruang dalam cangkangnya. Sedangkan penetasan dengan kerja enzimatik disebabkan enzim yang dikeluarkan oleh kelenjar endodermal di daerah *pharynx* embrio. Enzim ini disebut enzim *chorionase*.

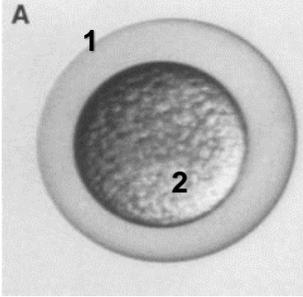
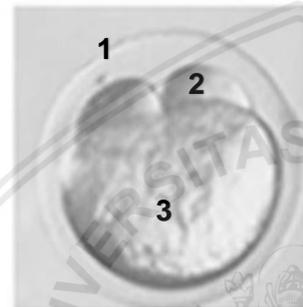
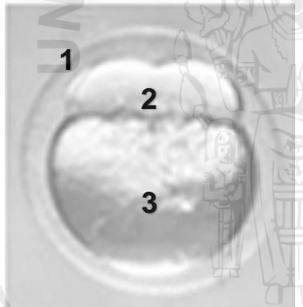
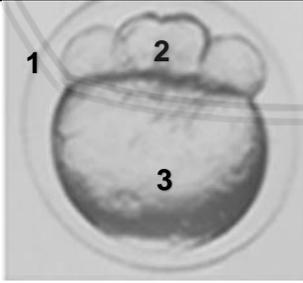
Menurut Effendi (1997), telur-telur hasil pemijahan yang dibuahi selanjutnya berkembang menjadi larva. Dari masa pembuahan hingga masa penetasan embrio membutuhkan energi. Untuk keperluan perkembangan digunakan energi yang berasal dari kuning telur dan butiran minyak. Oleh karena itu, kuning telur terus menyusut sejalan dengan perkembangan embrio, energi yang terdapat dalam kuning telur berpindah ke organ tubuh embrio. Embrio akan terus berkembang dan membesar sehingga rongga telur menjadi penuh dan tidak sanggup untuk mewadahnya, maka dengan kekuatan pukulan dari dalam oleh sirip pangkal ekor, cangkang telur pecah dan embrio lepas dari kungkungan menjadi larva. Pada saat itulah telur akan menetas menjadi larva.

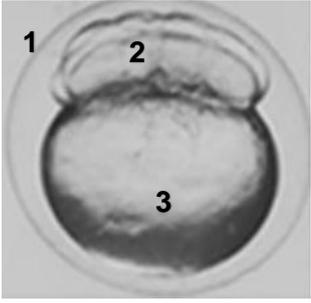
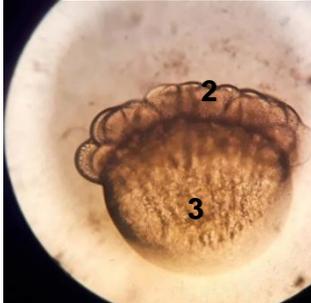
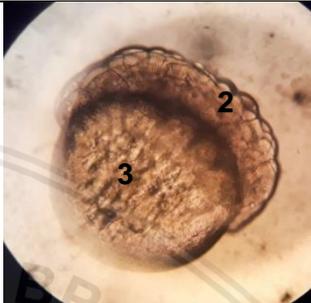
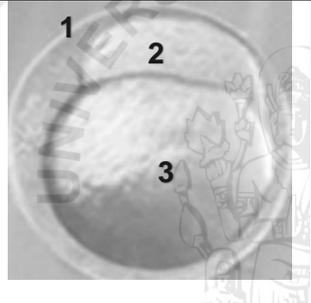
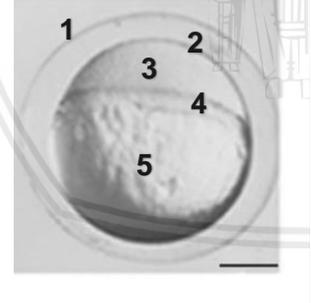
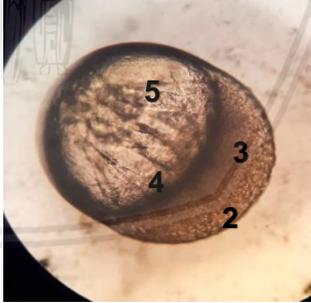
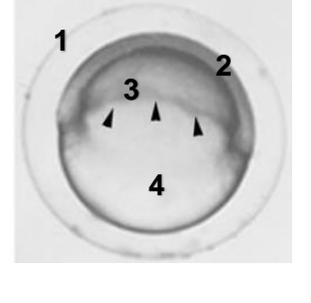
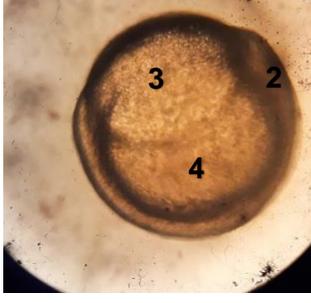


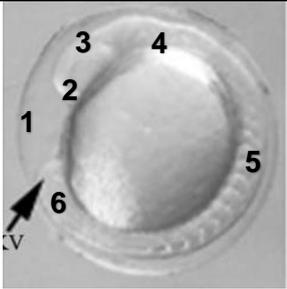
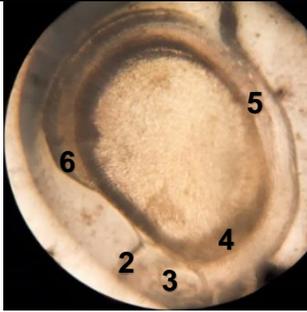
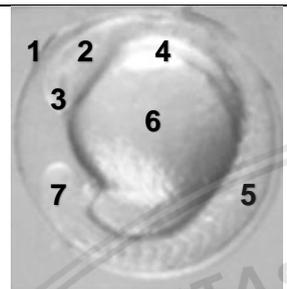
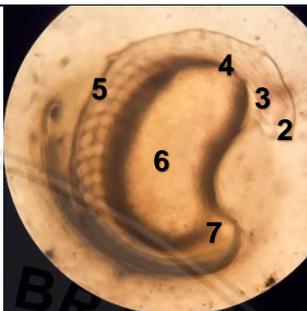
Gambar 22. Larva Ikan Bader Merah perbesaran 40x
(Dokumentasi Pribadi, 2019)

Hasil pengamatan embrio ikan bader merah menurut Bhattacharya (2005) disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Pengamatan terhadap Embrio Ikan Bader Merah menurut Bhattacharya (2005)

No	Fase	Gambar Literatur	Gambar Pengamatan	Keterangan
1	Telur setelah fertilisasi			1. Korion 2. Kuning telur
2	Pembelahan 1 (2 sel)			1. Korion 2. 2 blastomer 3. Kuning telur
3	Pembelahan 2 (4 sel)			1. Korion 2. 4 blastomer 3. Kuning telur
4	Pembelahan 3 (8 sel)			1. Korion 2. 8 blastomer 3. Kuning Telur

5	Pembelahan 4 (16 sel)			1. Korion 2. 16 blastomer 3. Kuning telur
6	Pembelahan 5 (32 sel)			1. Korion 2. 32 blastomer 3. Kuning telur
7	Morula (64-128 sel)			1. Korion 2. 64 Blastomer 3. Kuning telur
8	Blastula			1. Korion 2. Blastoderm 3. Blastosol 4. Epiblast 5. Kuning telur
9	Gastrula			1. Korion 2. Blastoderm 3. Epiboly 4. Kuning telur

10	Neurula			<ol style="list-style-type: none"> 1. Korion 2. Kepala 3. Bakal mata 4. Jantung 5. Somit 6. Ekor
11	Organogenesis			<ol style="list-style-type: none"> 1. Korion 2. Kepala 3. Mata 4. Jantung 5. Somit 6. Kuning telur 7. Ekor
12	Menetas			<ol style="list-style-type: none"> 1. Kepala 2. Jantung 3. Kuning telur 4. Ekor

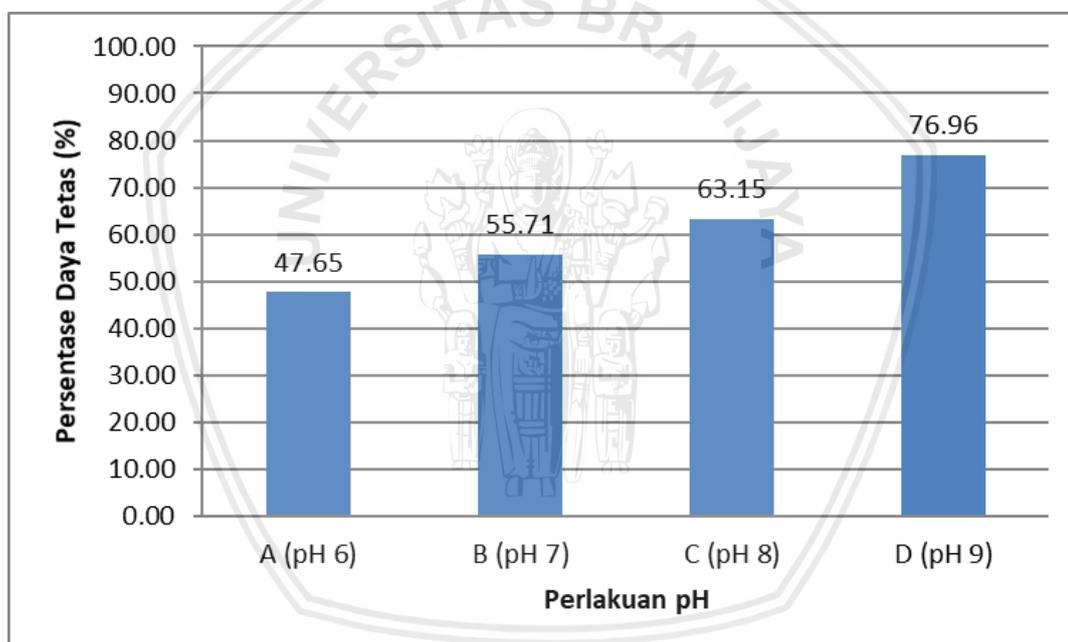
4.3 Pengaruh pH terhadap Daya Tetas telur Ikan Bader Merah

Daya tetas (*hatching rate*) adalah persentase jumlah telur yang menetas menjadi larva setelah telur terbuahi oleh sperma dengan selang waktu tertentu (Zairin *et al.* 2002). Menurut Tumanung *et al.* (2015), ikan sangat peka terhadap faktor lingkungan, sehingga faktor lingkungan akan sangat berpengaruh terhadap perkembangan daya tetas dan dapat mengakibatkan produksi larva yang rendah. Setiap perlakuan pH yang berbeda pada masing-masing perlakuan mendapatkan hasil yang berbeda-beda. Rerata nilai perhitungan daya tetas telur ikan bader merah disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Rerata Nilai Perhitungan Daya Tetas Ikan Bader Merah

Perlakuan	Ulangan (%)				Total (%)	Rerata (%)	SD
	1	2	3	4			
A	43,48	47,37	52,38	47,37	190,60	47,65	3,64
B	52,00	58,62	55,56	56,67	222,85	55,71	2,78
C	63,64	60,00	61,29	67,65	252,58	63,15	3,36
D	78,38	72,22	74,36	82,86	307,82	79,96	4,6

Berdasarkan hasil tabel di atas dapat dijadikan diagram yang merupakan pengaruh pH yang berbeda terhadap daya tetas telur ikan bader merah. Hasil diagram tersebut disajikan pada Gambar 23.

**Gambar 23.** Grafik Persentase Daya Tetas Telur Ikan Bader Merah

Berdasarkan data grafik diatas menunjukkan hasil rata-rata daya tetas atau *hatching rate* didapatkan hasil tertinggi yaitu pada perlakuan D (pH 9) sebesar 76,96% kemudian diikuti oleh perlakuan C (pH 8) sebesar 63,15%, lalu perlakuan B (pH 7) sebesar 55,71%, dan yang terendah yaitu perlakuan A (pH 6) sebesar 47,65%. pH memberikan pengaruh terhadap daya tetas telur ikan bader merah. Menurut Wang *et al.*, (2015), pengaruh pH pada total tingkat penetasan ikan

memiliki perbedaan pada pH yang rendah dan pH yang tinggi. Tingkat penetasan akan cenderung lebih memiliki hasil yang tinggi pada pH yang tergolong basa. Pada pH yang cenderung asam seperti pH 5 memiliki total tingkat penetasan yang secara signifikan lebih rendah.

Menurut Korwin (2012), pada pH 7,1 – 9,6 membuat kerja enzim *chorionase* yang dikeluarkan oleh kelenjar endodermal di daerah *pharynk* embrio akan optimum mereduksi korion yang terdiri dari *pseudokeratine* hingga menjadi lembek. Pada saat akan terjadi penetasan gerakan embrio akan semakin aktif bergerak. Bersamaan dengan gerakan tersebut akan diikuti oleh gerakan tubuh melingkar yang semakin cepat sehingga proses pemecahan cangkang telur semakin cepat dan waktu yang dibutuhkan untuk penetasan akan semakin singkat. Sedangkan menurut Altiara *et al.*, (2016), kegagalan dalam penetasan telur disebabkan karena pH yang tidak optimum sehingga akan mengganggu keseimbangan media penetasan dengan cairan telur serta cairan *perivitellin* yang akan mengakibatkan embrio banyak yang mati. Untuk mengetahui pengaruh pH yang berbeda terhadap daya tetas telur ikan bader merah maka dilakukan uji sidik ragam yang disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Sidik Ragam Daya Tetas Telur Ikan Bader Merah

Sumber	db	JK	KT	F hitung	F5%	F1%
Keragaman						
Perlakuan	3	1861,08	620,36	45,66**	3,49	5,95
Acak	12	163,02	13,59			
Total	15	2024,10				

Keterangan : ** = berbeda sangat nyata

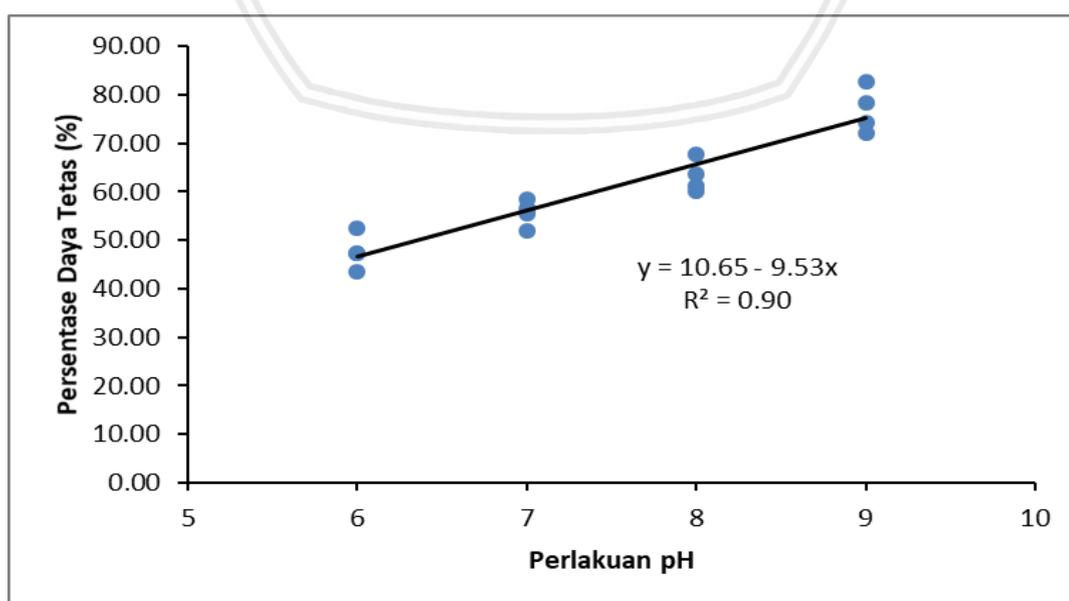
Dari data tabel diatas menunjukkan hasil F hitung > F5% dan F1% yang menunjukkan bahwa pH media yang berbeda memberikan pengaruh sangat nyata terhadap daya tetas telur ikan bader merah. Selanjutnya dilakukan uji BNT yang disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Uji Beda Nyata Terkecil Daya Tetas Telur Ikan Bader Merah

Perlakuan	A	B	C	D	Notasi
	47,65	55,71	63,15	76,96	
A	47,65	-	-	-	a
B	55,71	8,06**	-	-	b
C	63,15	15,50**	7,43*	-	c
D	79,96	29,31**	21,24**	13,81**	d

Keterangan : ns = tidak berbeda nyata
 * = berbeda nyata
 ** = berbeda sangat nyata

Hasil uji BNT diketahui bahwa terdapat perbedaan pada perlakuan A (pH 6), perlakuan B (pH 7), perlakuan C (pH 8), dan perlakuan D (pH 9) terhadap daya tetas telur ikan bader merah, sehingga dapat dilihat bahwa perlakuan pH yang terbaik bagi daya tetas telur ikan bader merah adalah perlakuan D yaitu pH 9, kemudian perlakuan C (pH 8), perlakuan B (pH 7), dan perlakuan A (pH 6). Untuk mengetahui bentuk kurva dan mengetahui hubungan antara perlakuan pH yang berbeda terhadap daya tetas telur ikan bader merah dilakukan perhitungan *polynomial ortogonal* secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 5. Kurva regresi daya tetas telur ikan bader merah disajikan pada Gambar 24.

**Gambar 24.** Grafik Regresi Daya Tetas Telur Ikan Bader Merah

Berdasarkan grafik diatas didapatkan hasil derajat pembuahan telur ikan bader merah dengan persamaan $y = 10,65 - 9,53x$ dengan R^2 sebesar 0,90 yang berarti bahwa perlakuan pH yang berbeda berpengaruh terhadap daya tetas telur ikan bader merah sebesar 90%. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa semakin tinggi pH media maka daya tetas ikan bader merah akan semakin tinggi pula.

Menurut Effendie (1997), aktivitas embrio dalam penetasan dan pembentukan *chorionase* dipengaruhi oleh faktor dalam antara lain hormon dan volume kuning telur sedangkan faktor luar yaitu suhu, oksigen terlarut, intensitas cahaya, salinitas, dan pH. Menurut Rechulicz (2001), dalam keberhasilan penetasan ikan tergantung pada dua mekanisme. Mekanisme yang pertama melibatkan aksi enzim *chorionase* yang terdapat pada membran telur. Sedangkan pada mekanisme kedua bergantung pada gerakan mekanisme embrio. *Chorionase* adalah enzim yang menguraikan lapisan internal membran telur dan diproduksi oleh sel-sel kelenjar epidermis yang disebut sel-sel kelenjar penetasan.

Menurut Yamagami (1973), enzim penetasan (*chorionase*) ini dihasilkan dari kelenjar sel dan dari reaksi enzimatik koriolisis. Enzim penetasan ini bekerja pada pH 8-9. Walaupun enzim *chorionase* memiliki kisaran pH yang optimum untuk bekerja namun enzim *chorionase* tetap akan bekerja pada pH diluar kisaran pH optimum. Namun, jika enzim *chorionase* berada pada pH yang terlalu asam, kerja enzim *chorionase* dalam penetasan akan menjadi terhambat. Begitu pula jika enzim *chorionase* berada pada pH yang terlalu basa. Kerja enzim *chorionase* yang tidak dapat maksimal ini akan berpengaruh terhadap persentase penetasan telur dan juga berpengaruh pada lamanya waktu telur menetas. Aktivitas enzim *chorionase* ini bergantung dari aktivitas *caseinolytic* dan *choriolytic*. Enzim ini berikatan dengan ikatan peptida untuk melarutkan korion.

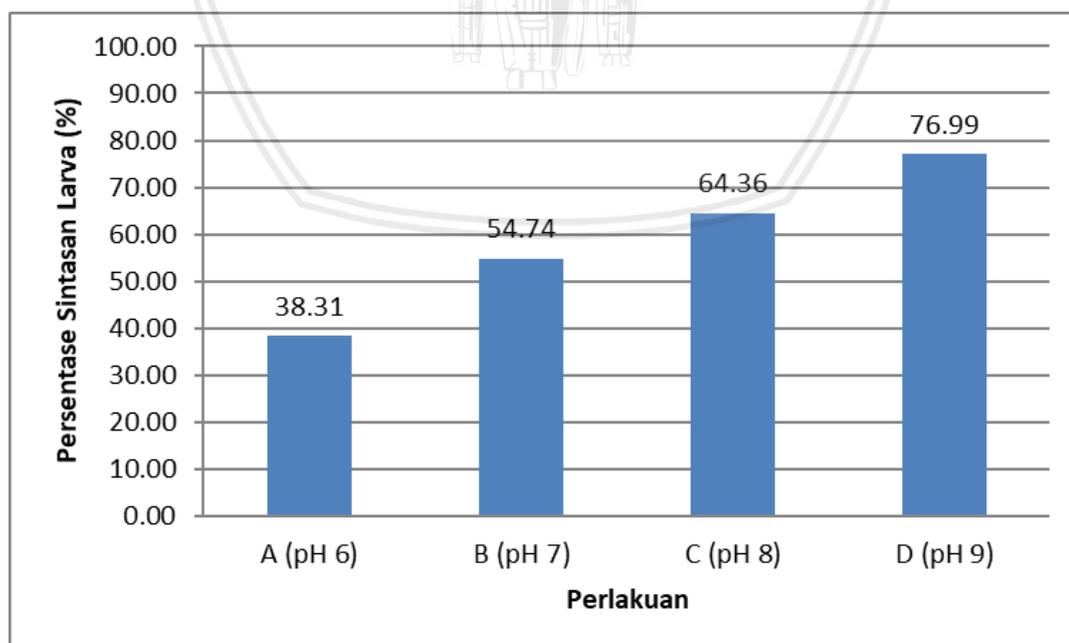
4.4 Pengaruh pH terhadap Sintasan Larva Telur Ikan Bader Merah

Setelah embrio melalui proses embriogenesis dan kemudian akan menetas menjadi larva. Menurut Ardhardiansyah *et al.* (2017), sintasan atau *survival rate* merupakan kelulushidupan ikan yang hidup dimulai dari larva ikan yang baru menetas. Hasil rerata nilai perhitungan sintasan larva ikan bader merah yang disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Rerata Nilai Perhitungan Sintasan Lava Ikan Bader Merah

Perlakuan	Ulangan (%)				Total (%)	Rerata (%)	SD
	1	2	3	4			
A	30,00	33,33	45,45	44,44	153,22	38,31	7,79
B	53,85	58,82	53,33	52,94	218,94	54,74	2,74
C	61,90	61,90	68,42	65,22	257,44	64,36	3,13
D	75,86	76,92	75,86	79,31	307,95	76,99	1,63

Berdasarkan hasil tabel di atas dapat dijadikan diagram yang merupakan pengaruh pH yang berbeda terhadap daya tetas telur ikan bader merah. Hasil diagram tersebut disajikan pada Gambar 25.



Gambar 25. Grafik Persentase Sintasan Larva Ikan Bader Merah

Berdasarkan data grafik diatas menunjukkan hasil rata-rata sintasan larva atau *survival rate* didapatkan hasil tertinggi yaitu pada perlakuan D (pH 9) sebesar 76,99% kemudian diikuti oleh perlakuan C (pH 8) sebesar 64,36%, lalu perlakuan B (pH 7) sebesar 54,74%, dan yang terendah yaitu perlakuan A (pH 6) sebesar 38,31%. pH yang optimal bagi masing-masing ikan memiliki kisaran yang berbeda.

Menurut Bolner *et al.* (2014), pH air juga memainkan peran yang penting dalam perkembangan, kelangsungan hidup, dan metabolisme ikan. Dengan meningkatnya CO₂ di atmosfer dan pengendapan asam, suhu air akan meningkat dan pH akan menjadi lebih asam. Biasanya tingkat pH di kolam bias turun hingga 6 di pagi hari atau setelah terjadi hujan lebat dan akan meningkat menjadi 9 atau lebih pada sore hari. Sebagian besar kisaran pH bagi spesies ikan air tawar adalah 6,5 hingga 8,5 dan kisaran pH yang sesuai untuk ikan adalah 6,5 hingga 9, tetapi masing-masing spesies ikan memiliki respons yang berbeda-beda terhadap variasi pH. Untuk mengetahui pengaruh pH yang berbeda terhadap sintasan larva ikan bader merah maka dilakukan uji sidik ragam yang disajikan pada Tabel 13.

Tabel 13. Sidik Ragam Sintasan Larva Ikan Bader Merah

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F5%	F1%
Perlakuan	3	3192,41	1064,14	52,69**	3,49	5,95
Acak	12	242,35	20,20			
Total	15	3434,76				

Keterangan : ** = berbeda sangat nyata

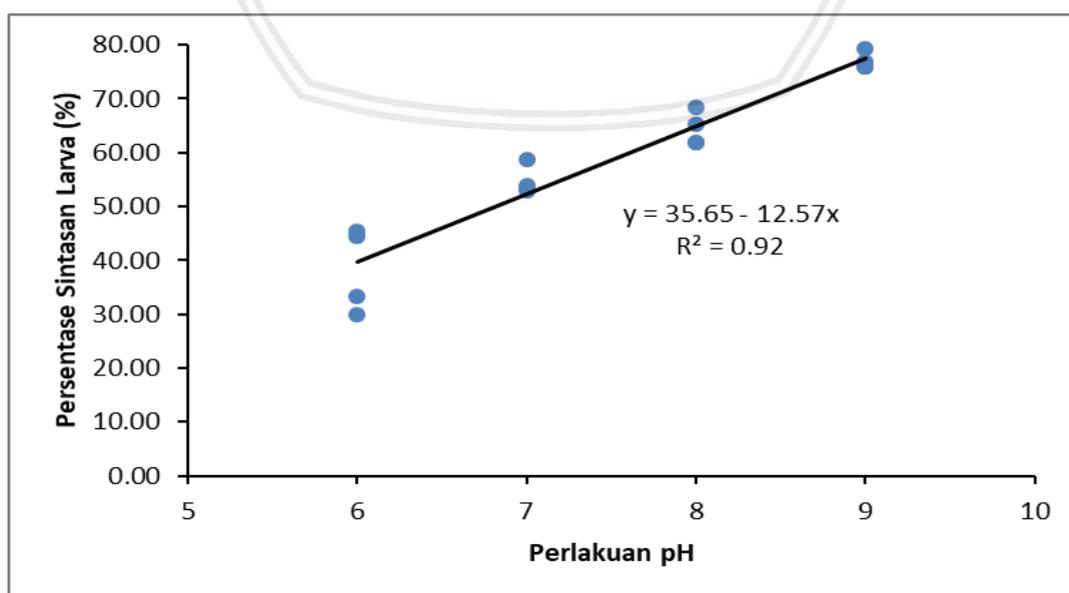
Dari data tabel diatas menunjukkan hasil F hitung > F5% dan F1% yang menunjukkan bahwa pH media yang berbeda memberikan pengaruh sangat nyata terhadap daya tetas telur ikan bader merah. Selanjutnya dilakukan uji BNT yang disajikan pada Tabel 14.

Tabel 14. Uji Beda Nyata Terkecil Sintasan Larva Ikan Bader Merah

Perlakuan		A	B	C	D	Notasi
		50,75	59,25	65,75	73,75	
A	38,31	-	-	-	-	a
B	54,74	16,43**	-	-	-	b
C	64,36	26,06**	9,63*	-	-	c
D	76,99	38,68**	22,25**	12,63**	-	d

Keterangan :ns = tidak berbeda nyata
 * = berbeda nyata
 ** = berbeda sangat nyata

Hasil uji BNT diketahui bahwa terdapat perbedaan pada setiap perlakuan. Sehingga dapat dilihat berdasarkan hasil uji BNT bahwa perlakuan pH yang berbeda dan pemeliharaan pada ikan bader merah yang terbaik adalah perlakuan D (pH 9) kemudian perlakuan C (pH 8), lalu perlakuan B (pH 7), dan yang terakhir adalah perlakuan A (pH 6). Untuk mengetahui bentuk kurva dan mengetahui hubungan antara perlakuan pH yang berbeda terhadap daya tetas telur ikan bader merah dilakukan perhitungan *polynomial ortoghonal* secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 5. Kurva regresi daya tetas telur ikan bader merah disajikan pada Gambar 26.

**Gambar 26.** Grafik Regresi Sintasan Larva Ikan Bader Merah

Berdasarkan grafik diatas didapatkan hasil derajat pembuahan telur ikan bader merah dengan persamaan $y = 35,65 - 12,57x$ dengan R^2 sebesar 0,92 yang berarti bahwa perlakuan pH yang berbeda berpengaruh terhadap daya tetas telur ikan bader merah sebesar 92%. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pH diatas 6 semakin baik untuk media hidup larva ikan bader merah. Menurut Mufidah *et al.*, (2019), setelah embrio melalui masa pengeraman maka embrio akan menetas menjadi larva. Larva yang baru menetas cenderung lebih rentan terhadap perubahan lingkungan. Maka dari itu stadia larva merupakan tahapan yang paling kritis dalam siklus hidup ikan. Kelangsungan hidup larva dipengaruhi oleh kualitas air, kebutuhan pakan, umur ikan, dan lingkungan.

Menurut Sapkale *et al.*, (2011), air menjadi media hidup hewan air yang berarti akan banyak efek yang mempengaruhi kehidupan hewan air melalui berbagai parameternya seperti suhu air, pH air, dan faktor lainnya. Terdapat nilai pH yang menyebabkan kematian pada larva ikan, hal ini tergantung pada ketahanan masing-masing ikan. Variasi pH dalam air ditemukan memiliki efek pada pengembangan embrio, kematian ikan, kerentanan terhadap penyakit, pertumbuhan, dan reproduksi ikan. Banyak penelitian yang menunjukkan bahwa tingkat pH yang rendah atau ekstrem berpengaruh buruk pada pertumbuhan, reproduksi, dan mengarah pada kematian massal pada ikan. Kebanyakan larva ikan-ikan dewasa akan lebih tahan terhadap peningkatan pH yang cenderung asam daripada larva ikan.

4.5 Detak Jantung Embrio

Detak jantung embrio mulai terlihat ketika embrio berada pada stadia neurula. Namun untuk lebih jelas dalam pengamatan detak jantung embrio akan lebih sempurna diamati ketika embrio berada di tahap organogenesis. Pengamatan detak jantung ini dilihat dengan menggunakan mikroskop untuk mempermudah

dalam mengamati detak jantung embrio. Pengamatan detak jantung embrio ikan bader merah dilakukan pada masing-masing perlakuan. Rerata hasil pengamatan detak jantung embrio pada setiap perlakuan berbeda. Hasil pengamatan detak jantung embrio pada masing-masing perlakuan disajikan pada Tabel 15.

Tabel 15. Hasil Pengamatan Detak Jantung Embrio Ikan Bader Merah

Perlakuan	Detak Jantung Embrio (per menit)				Rerata
	1	2	3	4	
A (pH 6)	117	119	117	115	117
B (pH 7)	121	129	130	129	127
C (pH 8)	142	138	138	140	142
D (pH 9)	144	144	140	144	144

Berdasarkan data hasil tabel diatas didapatkan hasil rerata detak jantung embrio pada setiap perlakuan. Pada pengamatan detak jantung embrio didapatkan hasil rata-rata tertinggi pada semua perlakuan yaitu sebanyak 144/menit sedangkan untuk hasil rata-rata terendah pada semua perlakuan adalah 117/menit. Menurut Kyeongnam *et al.* (2019), rata-rata ikan akan mengalami kenaikan tingkat kematian secara signifikan ketika pH menurun dalam kisaran 5,56-5,72. Seperti yang sudah banyak diketahui bahwa faktor abiotik seperti suhu dan pH sangat berpengaruh terhadap embrio ikan. Ketika media embrio ikan berada pada pH 5,5 denyut jantung pada embrio cenderung lebih rendah daripada media pH embrio ikan berada pada pH yang netral yaitu pH 7,00.

Sedangkan menurut Hansen dan Grung (2016), fungsi tubuh yang sangat penting yang dikendalikan oleh sistem saraf otonom adalah detak jantung. Detak jantung merupakan ukuran yang penting dari kondisi suatu organisme. Ketika suatu organisme mengalami perubahan lingkungan yang kurang terkontrol maka hal tersebut dapat menjadi pemicu terjadinya stress sehingga akan menyebabkan detak jantung meningkat naik. Kondisi detak jantung pada organisme dipengaruhi

juga oleh kondisi lingkungan yang baik dan optimal bagi kelangsungan hidup organisme tersebut.

4.6 Kebutuhan Oksigen dalam Media untuk Perkembangan Embrio

Oksigen merupakan parameter kualitas air yang sangat penting bagi perkembangan embrio. Dalam perkembangan embrio dari awal fertilisasi sampai dengan menetas menjadi larva kebutuhan oksigen dapat diketahui melalui perhitungan dengan menggunakan rumus. Pengukuran dilakukan pada awal telur telah terbuahi dan setelah telur menetas. Perhitungan dilakukan pada masing-masing perlakuan sehingga didapatkan hasil kebutuhan oksigen dalam media perlakuan pH yang berbeda. Hasil rata-rata perhitungan kebutuhan oksigen dalam media untuk perkembangan embrio disajikan pada Tabel 16.

Tabel 16. Hasil Pengukuran Kebutuhan Oksigen dalam Media

Perlakuan	DO ₀ (mg/l)	DO _t (mg/l)	ΔDO (mg/l)
A (pH 6)	5,13	4,02	1,10
B (pH 7)	5,77	4,55	1,22
C (pH 8)	5,26	3,98	1,28
D (pH 9)	5,56	4,25	1,31

Berdasarkan data tabel diatas didapatkan rata-rata hasil perlakuan pada kebutuhan oksigen dalam media untuk perkembangan embrio ikan bader merah pada tiap perlakuan. Dari rata-rata hasil pada tabel diatas dapat diketahui bahwa perlakuan pH yang berbeda berpengaruh terhadap kebutuhan oksigen terlarut untuk perkembangan embrio ikan bader merah. Kebutuhan oksigen terlarut untuk perkembangan embrio paling tinggi adalah pada perlakuan A, kemudian perlakuan B, lalu perlakuan D, dan yang terendah adalah perlakuan C.

Hal ini sesuai dengan pernyataan Das *et al.*, (2018), sebagian besar aktivitas metabolisme pada ikan berhubungan langsung dengan konsumsi oksigen.

Tingkat konsumsi oksigen terlarut merupakan aspek fisiologis yang penting dan juga sangat dipengaruhi oleh perubahan parameter lingkungan meliputi suhu, pH, salinitas, oksigen dan karbondioksida terlarut yang terdapat di dalam air. Sedangkan menurut Damayanty dan Abdulgani (2013), menurunnya laju konsumsi oksigen adalah karena adanya perubahan pada pernafasan yang disebabkan oleh oksigen sebagai bahan utama yang dibutuhkan pada proses pernafasan oleh sel untuk berbagai reaksi metabolisme. Peranan pernafasan dan konsumsi oksigen adalah parameter fisiologis yang penting untuk menilai keadaan lingkungan karena merupakan indikator yang penting untuk pengeluaran energi selama metabolisme. Sehingga penurunan konsumsi oksigen yang lebih besar dalam laju konsumsi oksigen pada ikan diduga karena faktor internal seperti kandungan pada air sehingga dapat menyebabkan terganggunya proses metabolisme. Maka dari itu media lingkungan hidup ikan perlu untuk dikontrol dengan baik.

4.7 Kualitas Air

Kehidupan ikan yang baik ditentukan dari faktor-faktor penunjang yang turut mempengaruhi salah satunya adalah kualitas air. Kisaran kualitas air yang optimal akan membantu keberhasilan hidup ikan mulai dari embrio hingga ikan dewasa. Kualitas air media kehidupan ikan sangat penting sehingga perlu diperhatikan dengan baik. Kualitas air yang diamati pada penelitian ini antara lain adalah suhu, pH dan Oksigen terlarut (DO). Data kualitas air pada penelitian disajikan pada Tabel 17.

Tabel 17. Data Kualitas Air Penetasan Telur Ikan Bader Merah

Parameter	Kisaran	Literatur pembanding
Suhu (°C)	24 – 30	20-33 (Santoso dan Wikatma, 2001)
pH	5,80 – 9,25	7,1 – 9,6 (Korwin, 2012)
DO (mg/l)	4,00 – 7,98	>4 (Tatangindatu <i>et al.</i> , 2013)

Berdasarkan data tabel diatas diketahui bahwa kualitas air selama penelitian masih dalam kisaran yang optimal. Menurut Rustidja (2004), waktu yang dibutuhkan untuk perkembangan telur berbeda tergantung dari suhu selama inkubasi pada awal perkembangannya. Suhu yang tidak stabil biasanya juga dapat mematikan telur. Kisaran nilai suhu media pada penelitian berkisar antara 24-30°C. Menurut Santoso dan Wikatma (2001), organisme juga mempunyai kemampuan menyesuaikan diri sampai batas tertentu. Suhu optimal untuk habitat ikan *Barbonymus* berkisar antara 20-33°C. Suhu air selama penelitian masih dalam kisaran suhu optimum bagi pemeliharaan ikan *Barbonymus*. Sehingga suhu pada media masih tergolong kisaran yang optimal bagi kehidupan ikan *Barbonymus*. Data suhu media disajikan pada Lampiran 11.

Kisaran pH selama penelitian 5,80 – 9,25. Kisaran pH tersebut masih dalam kisaran yang optimal bagi perkembangan organisme. Menurut Evi (2001), pH ikan untuk budidaya ikan *Barbonymus* berkisar antara 6,7 sampai 8,6. Menurut Soeseno (1983), kualitas air pada ikan sangat penting dikarenakan air merupakan media tempat ikan hidup. Pada umumnya perairan yang basa cenderung lebih produktif dari perairan yang asam. Data pH media disajikan pada Lampiran 11.

Kisaran DO selama penelitian adalah 4,00 – 7,98 ppm. Kisaran DO tersebut masih dalam kisaran yang optimal bagi perkembangan organisme. Menurut Tatangindatu *et al.* (2013), kenaikan suhu dapat mempengaruhi kelarutan oksigen dalam media. Suhu tinggi maka DO akan rendah dikarenakan metabolisme ikan. Kisaran oksigen terlarut untuk budidaya ikan adalah lebih dari 4 mg/l. Menurut Djarijah (2001), selama proses perkembangan, telur ikan mengkonsumsi oksigen dalam jumlah yang relatif banyak. Konsumsi oksigen setiap fase perkembangan telur sulit dideteksi, namun jumlahnya (kualitas) bertambah sesuai dengan waktu perkembangannya.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian mengenai Pengaruh Perbedaan pH terhadap Derajat Pembuahan, Daya Tetas, dan Sintasan Larva pada Ikan Bader Merah (*Barbonymus balleroides*) adalah sebagai berikut :

- 1) Perbedaan pH media yang berbeda berpengaruh sangat nyata terhadap perkembangan embrio, derajat pembuahan (*fertilization rate*), daya tetas (*hatching rate*), dan sintasan larva (*survival rate*) ikan bader merah.
- 2) Perkembangan embrio terdapat beberapa tahap atau fase pembelahan telur yaitu telur pertama kali dibuahi (fertil), pembelahan 2,4,8,16, 32 sel, fase morula, fase blastula, fase gastrula, fase neurula, fase organogenesis, dan menetas.
- 3) Perlakuan pH berbeda yang terbaik untuk derajat pembuahan, daya tetas, dan sintasan larva ikan bader merah adalah pada perlakuan pH 9 dengan waktu kecepatan menetas selama 17 jam 43 menit.
- 4) Persentase rata-rata perlakuan pH berbeda yang terbaik pada derajat pembuahan sebesar 91,88%, pada daya tetas persentase rata-rata sebesar 76,96%, dan untuk persentase rata-rata sintasan larva sebesar 76,99%.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil dari penelitian ini, bahwa didapatkan pH yang terbaik pada derajat pembuahan, daya tetas, dan sintasan larva ikan bader merah yaitu pada pH 9. Para pembudidaya juga dapat memanfaatkan hasil penelitian ini untuk penetasan dan kelangsungan hidup ikan bader merah untuk memaksimalkan produksi budidaya. Selain itu diharapkan untuk lebih mengontrol kualitas air secara teratur.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, D. J. 2013. *Barbonymus altus*, Red-tailed Tinfoil Barb. The IUCN Red List of Threatened Species. 1-6.
- Altiara, A., M. Muslim dan M. Fitriani. 2016. Persentase penetasan telur ikan Gabus (*Channa striata*) pada pH air yang berbeda. *Jurnal Akukultur Rawa Indonesia*. **4** (2) : 140-151.
- Andriyanto, W., B. Slamet dan I.M.D.J. Ariawan. 2013. Perkembangan embrio dan rasio penetasan telur Ikan Kerapu Raja Sunu (*Plectropoma laevis*) pada suhu media berbeda. *Jurnal Ilmu Kelautan Dan Teknologi Kelautan Tropis*. **5**(1) : 192-203
- Ardhardiansyah, U. Subhan dan A. Yustiati. 2017. Embriogenesis dan karakteristik larva persilangan ikan Patin Siam (*Pangasius hypophthalmus*) jantan dengan ikan Baung (*Hemibagrus nemurus*) betina. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. **3** (2) : 17-27.
- Arisanti, F. D., E. Arini dan T. Elfitasari. 2013. Pengaruh kepadatan yang berbeda terhadap kelulushidupan dan pertumbuhan ikan Mas (*Cyprinus carpio*) pada system resirkulasi dengan filter arang. *Journal of Aquaculture Management and Technology*. **2** (4) : 139-144.
- Bachtiar, Y. 2002. Mencegah Mas Koki Mudah Mati. Tangerang. Agromedia Pustaka. 121 hlm.
- Baensch, H. A and R. Riehl. 1991 Aquarien atlas. Band 2. Mergus, Verlag fur Natur- und Heimtierkunde GmbH, Melle, Germany. 1216p.
- Bergmeyer, H. U dan M. Grassal. 1993. Methods of Enzymatic Analysis. Ed.ke-2. Weinheim : Verlag Chemie.
- Bhattacharya, H., S. C. Zhang, dan Y.J. Wang. 2012. Embryonic development of the rosy barb *Puntius conchoni* Hamilton 1822 (*Cyprinidae*). *Tropical Zoology*. **18** : 25-37.
- Boyd, C. E. 1979. Water Quality in Warmwater Experiment Station, Auburn University. Auburn, Alabama, USA. 350p.
- _____. 1982. Water Quality Management In Pond Fish Culture. *Elsevier Scientific Published*. Amesterdam. 318p.
- Bolner, K., C. E. Copatti, F. L. Rosso, V. L. Loro dan B. Baldisserotto. 2014. Water pH and metabolic parameters in silver catfish (*Rhamdia quelen*). *Biochem. Syst. Ecol.* **56** : 202-208.
- Cahyono, B. 2000. Budi Daya Ikan Air Tawar. Kanisius. Yogyakarta. 111 hlm.
- _____. 2001. Budidaya Ikan Di Perairan Umum. Kanisius . Yogyakarta. 95 hlm

- Campbell, N. A. 2004. Biology. Erlangga . Jakarta . 501 hlm.
- Damayanty, M. M dan N. Abdulgani. 2013. Pengaruh paparan sub lethal insektisida Diazinon 600 EC terhadap laju konsumsi oksigen dan laju pertumbuhan Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*). *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. **2** (2) : 2337-3520.
- Das, S. K., N. Md. Noor, K. S. Kai, Q. Z. Juan, N. S. M. Iskandar, dan M. De. 2018. Effects of temperature on the growth, gastric emptying time, and oxygen consumption rate of mahseer (*Tor tambroides*) under laboratory conditions. *Aquaculture reports*. **12** : 20-24.
- Djarajah, A. S. 2001. Pembenihan Ikan Mas. Yogyakarta. Kanisius. 210 hlm.
- Dumorne, K., I. Valdebenito, P. Contreras, P. U. Rodriguez, J. Risopatron, E. Figueroa, M. L. Estevez, R. Diaz, dan J. Farias. 2018. Effect of pH, osmolality and temperature on sperm motility of pink cusk-eel (*Genypterus blacode*, (Foster, 1801)). *Aquaculture Reports*. **11** : 42-46
- Effendie, M. I. 1997. Biologi Perikanan. Yayasan Dewi Sri. Bogor. 197 hlm.
- Effendie, M. I. 2002. Biologi Perikanan. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta. 162 hlm.
- Evi, R. 2001. Fisiologi Ikan. Jakarta. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional.
- Farida, Rachimi dan Adrianus. 2016. Pengaruh suhu yang berbeda terhadap waktu penetasan dan kelangsungan hidup larva Ikan Biawan (*Helostoma temmincki*). *JURNAL RUAYA*. **4** (2) : 63-69.
- Faqih, A. R. 2011. Penurunan motilitas dan daya fertilisasi sperma Ikan Lele Dumbo (*Clarias spp*) pasca perlakuan stress kejutan listrik. *J.Exp.Life Sci*. **1** (2) : 56-110.
- Forgacs, G. dan S. A. Newman. 2005. Biological Physics of the Developing Embryo. Cambridge University Press. New York.
- Global Biodiversity Information Facility. 2017. [ONLINE]. *Barbonymus balleroides* (Valenciennes, 1842). Tersedia : <http://www.gbif.org/species/>. (Diakses pada 19 Maret 2019)
- Gusrina. 2014. Genetika dan Reproduksi Ikan. Deepublish : Yogyakarta. Hal 207-209.
- Hansen, A. L dan B. Grung. 2016. Fish and Fish Oil in Health and Disease Prevention. University of Bergen Academic Press. Norway. 238 pages.
- Irawan, R. 2010. Persentase penetasan telur Ikan Baung (*Hemibagrus nemurus* Blkr) dengan pH berbeda. *Skripsi*. Uuniversitas Sriwijaya.
- Isaac, Stephen and W. B. Michael. 1977. Handbook in Research and Evaluation. San Diego, California : Ediths Publisher.

- l'tishom, R. 2008. Pengaruh sGnRHa+ domperidone dengan dosis pemberian yang berbeda terhadap ovulasi ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.) strain Punten. *Berkala Ilmiah Perikanan*. **3**(1) : 9-16
- Karahan, A dan S. Ergene. 2010. Cytogenetic analysis of *Garra variabilis* (Heckel, 1843) (Pisces, *Cyprinidae*) from savur stream (Mardin), Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. **10** : 483-489.
- Katamihardja, E. S. 2008. Perubahan komposisi komunitas ikan dan faktor-faktor penting yang mempengaruhi selama empat puluh tahun umur Waduk Djuanda. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. **8** (2) : 67-78
- Kelabora, D. M. 2010. Pengaruh suhu terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan larva Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). *Berkala Perikanan Terubuk*. **38** (1) : 71-81.
- Kerlinger, F. N. 1973. *Founding of Behavior Research*, Holt. Richart and Winston Inc. New York.
- Ko, J. Y., K. E. A, L. J. Hyeok, K. M. Cheol, L. J. Suck, K. J. Soo, J. W. Kyo and J. Y. Jin. 2014. Protective effect of aquacultured flounder fish-derived peptide against oxidative stress in zebrafish. *Fish & Shellfish Immunology*. **36** : 320-323.
- Korwin, K. M. 2012. Fish hatching strategies : a review. *Review in Fish Biology and Fisheries*. **22** (1) : 225-240.
- Kottelat, M., A. J. Whitten, S. N. Kartikasari dan S. Wirjoatmojo. 1993. *Freshwater Fishes of Western Indonesia and Sulawesi*. Hong Kong : Periplus Edition. 221p.
- Kuncoro, E.B . 2008. *Aquascape Pesona Taman Akuarium Air Tawar*. Kanisius . Yogyakarta. 97 hlm.
- Kyeongnam, K., C. H. Wang, Y. S. ok dan S. E. Lee. 2019. Heart developmental toxicity by carbon black waste generated from oil refinery on Zebrafish embryos (*Danio rerio*) : combined toxicity on heart function by nickel and vanadium. *Journal of Hazardous Materials*. **363** : 127-137.
- Lagler, K. F., J. E. Bardach and R. R. Miller. 1962. *Ichthyology*. John Willey and Sons, Inc. New York. 545p.
- Mahapatra, M. P. B. K. 2017. Early life history of Indian ornamental barb, *Puntius sophore* (Hamilton, 1822). *J. Inland Fish. Soc. India*. **49** (2) : 10-21.
- Mattjik, A dan Sumertajaya. 2000. *Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab*. IPB Press, Jilid 1 : Bogor.
- Montgomery, R., R. L. Dryer, T. W. Conway dan A. A. Spector. 1993. *Biokimia Suatu Pendekatan Berorientasi Kasus*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press. 903 hlm.

- Mufidah, N. B. W., B. S. Rahardja dan W. H. Satyantini. 2009. Pengkayaan *Daphnia* spp. dengan viterna terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan larva Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. **1** (1) : 59-65.
- Murtidjo, B. A. 2001. Beberapa Metode Pembenihan Ikan Air Tawar. Kanisius. Yogyakarta. 108 hlm.
- Muslim, C., D. Aryulina, S. Manaf, W. Endang dan W. Winarni. 2004. Biologi SMA. Erlangga : Surabaya. 276 hlm.
- Nainggolan, R., R. D. Monijung dan W. Mingkid. 2015. Penambahan madu dalam pengenceran sperma untuk motilitas spermatozoa, fertilisasi dan daya tetas telur Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Budidaya Perairan*. **3** (1) : 131-140.
- Nugraha, F. 2004. Embriogenesis dan perkembangan larva ikan Rainbow (*Glossolepis incius*). *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor.
- Nugraha, D., M. N. Supardjo dan Subiyanto. 2012. Pengaruh perbedaan suhu terhadap perkembangan embrio, daya tetas telur dan kecepatan penyerapan kuning telur ikan Black Ghost (*Apteronotus albifrons*) pada skala laboratorium. *Journal of Management of Aquatic Resources*. **1** (1) : 1-6.
- Nur, B., Chumaidi, Sudarto, L. Pouyaud dan J. Slembrouck. 2009. Pemijahan dan perkembangan embrio ikan Pelangi (*Melanotaenia* spp.) asal Sungai Sawiat, Papua. *J. Ris. Akuakultur*. **4** (2) : 147-156.
- Ogretmen, F., B. E. Inanan, dan F. Kutluyer. 2016. Combined effects of physicochemical variables (pH and salinity) on sperm motility : characterization of sperm motility in European sea bass *Dicentrarchus labrax*. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*. **49** (3) : 217-222.
- Pattipeilohy, I. G., A. Giani dan H. Tahang. 2013. Perkembangan Embriogenesis Ikan Mandarin (*Synchiropus splendidus*). Balai Perikanan Budidaya LautAmbon. Direktorat Jendral Perikanan Budidaya. Kementerian Kelautan dan Perikanan RI.
- Permatasari, D. W. 2012. Kualitas air pada pemeliharaan ikan Nila *Oreochromis* sp intensif di kolam Departemen Budidaya Perairan Institut Pertanian Bogor. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor.
- Peterson, R. H., P. G. Daye, G. L. Lacroix dan E. T. Garside. 1982. Reproduction in fish experiencing acid and metal stress. *Proceedings of an International Symposium on Acidic Precipitation and Fishery Impacts in Northeastern North America, American Fisheries Society, Bethesda, US*. 177-196p.
- Phen, C., T. B. Thang, E. Baran and L. S. Vann. 2005. Biological Reviews Of Important Cambodian Fish Species, Based On Fishbase 2004 Volume 1. Worldfish Center: Penang. 127p.

- Putri, D. A., Muslim dan M. Fitriani. 2013. Persentase penetasan telur ikan Betok (*Anabaas testudineus*). *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*. **1** (2) : 184-191.
- Rainboth, W. J. 1996. Fishes of the Cambodian Mekong. FAO species identification field guide for fishery purposes. FAO, Rome. 265p.
- Rechulicz, J. 2001. Incubation temperature effects on the development of hatching gland cells in ide, *Leuciscus idus* (L.). *Electric Journal of Polish Agricultural Universities*. **4** (2) : 20-28.
- Redha, A. R. 2014. Pengaruh suhu yang berbeda terhadap perkembangan embrio dan daya tetas telur Ikan Kelabau (*Osteochilus melanopleura*). *Jurnal Ruaya*. **4** : 1-8.rahmawati.
- Renita dan R. E. I. Raharjo. 2016. Pengaruh suhu terhadap waktu penetasan, daya tetas telur dan kelangsungan hidup larva ikan Cupang (*Betta splendens*). *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Pontianak. 50 hlm.
- Reynalte, T. D. A., B. Baldisserotto dan E. Z. Filho. 2015. The effect of water pH on the incubation and larva culture of curimbata *Prochilodus lineatus* (Valencienne, 1837) (Characiformes : Prochilodontidae) *Neotropical Ichthyology*. **13** (1) : 179-186.
- Roberts, T. R. 1989. The freshwater fishes of Western Borneo (Kalimantan Barat, Indonesia). *Mem. Calif. Acad. Sci.* **14** : 210p.
- Rustidja. 2004. Pemijahan Buatan Ikan – Ikan Daerah Tropis. Bahtera Press. Malang. 173 hlm.
- Saanin, H. 1984. Taksonomi dan Kunci Identifikasi Ikan Jilid I dan II. Bandung : Bina Cipta.
- Santoso, B dan T. S. Wikatma. 2001. Petunjuk Praktis Budidaya Tawes. Yogyakarta. Kanisius. 191 hlm.
- Sapkale, R. H., R. K. Singh dan A. S. Desai. 2014. Optimal water temperature and pH for development of eggs and growth of spawn of Common Carp (*Cyprinus carpio*). *Journal of Applied Animal Research*. **39** (4) : 339-345.
- Sastrosupadi, A. 2000. Rancangan Percobaan Praktis Bidang Pertanian. Kanisius : Yogyakarta.
- Sayer, M. D., J. P. Reader dan R. Morries. 1991. Embryonic and larvae development of Brown Trout (*Salmo trutta*) exposure to alluminium, copper, lead or zone in soft acid water. *J. Fish. Biol.* **38** : 431-455.
- Schoots, A. F. M dan J. M. Denuce. 1981. Purification and characterization of hatching enzyme of the Pike (*Esox Lucius*). *Int. J. Biochem.* **13** : 591-602.
- Sedjati, I. F. 2002. Embriogenesis dan Perkembangan Larva Ikan Redfin Shark (*Labeo erythropterus* C.V). *Skripsi*.IPB. Bogor. 67 hlm.

- Setiawati, M., D. Putri dan D. Jusadi. 2013. Sintasan dan pertumbuhan larva ikan Patin yang diberi Artemia mengandung vitamin c. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. **12** (2) : 136 – 143.
- Setyono, B. 2012. Pengaruh perbedaan konsentrasi bahan pada pengencer sperma ikan “skim kuning telur” terhadap laju fertilisasi, laju penetasan dan sintasan Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.) *GAMMA*. **5** (1) : 01-12.
- Sjafei, D. S., M. F. Rahardjo, M. Brojo, R. Affandi dan Sulistiono. 1992. Fisiologi Ikan II : Reproduksi Ikan. Pusat Antar Universitas (PAU). Institut Pertanian Bogor : Bogor. 210 hlm.
- Soeseno, S. 1983. Budidaya Ikan dan Bandeng dalam Tambak. Jakarta. Gramedia. 184 hlm.
- Sulistiyowati, D. T., Sarah dan H. Arfah. 2005. Organogenesis dan perkembangan awal Ikan *Corydoras panda*. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. **4** (2) : 67-66.
- Sumarmin, R. 2016. Perkembangan Hewan: Edisi I. Kencana: Jakarta. 300 Hlm.
- Swingle, H. S. 1961. Relationship of pH of pond waters to their suitability for fish culture. *Proc. Pacific. Sci.* **10** : 72-75.
- Tatangindatu, F., O. Kalesaran dan R. Rompas. 2013. Studi parameter fisika kimia air pada areal budidaya ikan di Danau Tondano, Desa Paleloan, Kabupaten Minahasa. *Jurnal Budidaya Perairan*. **1** (2) : 8 -19.
- Tumanung, S., H. J. Sinjai, dan J. C. Watung. 2015. Penambahan madu dalam pengenceran sperma untuk meningkatkan motilitas, fertilisasi dan daya tetas telur Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.). *Jurnal Budidaya Perairan*. **3** (1) : 51-58.
- Tripathi, G. 2009. Enzyme Biotechnology. Jaipur : ABD Publisher. 267 hlm.
- Vidthayanon, C., J. Karnasuta, dan J. Nabhitabhata. 1997. Diversity of Freshwater Fishes in Thailand. Thailand : Office of Environmental Policy and Planning. 110p.
- Wang, J., Z. Li, Y. Chen dan Z. Yang. 2015. The combined effect of temperature and pH on embryonic development of obscure puffer *Takkifugu obscurus* and its ecological implications. *Biochemical Systematics and Ecology*. **58**: 1-6.
- Woynarovich, E., dan L. Horvart. 1980. The Artificial Propagation of Warm-Water Finfishes a Manual for Extension. *FAO Fish. Tech. Pap.* (201) : 183p.
- Yamagami, K. 1973. Some enzymological properties of a hatching enzyme (chorionase) isolated from the fresh-water teleost, *Oryzias latipes*. *Comp. Biochem. Physiol.* **46** : 603-616p.

- Zairin, M. J., A. Yuniarti, R. R. S. P. S. Dewi dan K. Sumantadinata. 2002. Pengaruh lama waktu perendaman induk di dalam Larutan Hormon 17α -Metiltestosteron terhadap nisbah kelamin anak Ikan Gapi (*Poecilia reticulata* Peters). *Jurnal Akuakultur Indonesia*. **1** (1) : 31-35.
- Ziv, G., E. Baran, S. Nam, L. Rodriguez-Iturbe, S. A. Levin. 2012. Trading off fish biodiversity, food security and hydropower in the Mekong river basin. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. **109** : 5609 – 5614.



GLOSARIUM

A

- Abiotik : komponen-komponen yang tidak hidup (benda-benda mati).
- Anterior : Struktur anatomi bagian depan.
- Aorta : Arteri (pembuluh nadi) terbesar yang pangkalnya terletak pada bilik kiri jantung.
- Atresia : Suatu kondisi dimana lubang atau bagian dalam tubuh (biasanya tidak normal) ditutup atau tidak ada.

B

- Biotik : Komponen lingkungan yang terdiri atas makhluk hidup.
- Blastoderm : Lapisan permukaan pada blastula sebelum gastrulasi.
- Blastomer : Sebuah tahap pembelahan pada embrio awal.
- Blastosul : Rongga yang terdapat pada fase blastula yang terbentuk ketika sel embrio (struktur blastomere) terus membelah, bergerak, dan membentuk rongga pada bagian dalam (membentuk struktur bola berongga).
- Balstodisk : Selapis sel yang berasal dari nukleus yang berfungsi sebagai tempat masuk sel sperma ke dalam sel telur.
- Blastula : Bentuk lanjutan dari morula yang terus mengalami perkembangan.
- Blastulasi : Proses terbentuknya blastula pada embrio.
- Blastopor : Saluran invaginasi.

C

- Chorionase : Suatu enzim yang kerjanya bersifat mereduksi korion yang terdiri dari pseudokeratine menjadi lembek.
- Cleavage : Proses pembelahan sel paling awal dan teratur setelah fertilisasi selesai yang dialami oleh sel tunggal zigotik menuju proses kedewasaan.
- Cord Medulla : Salah satu bagian dari batang otak yang berada di bawah otak.

D

- Diencefalon : Struktur-struktur di sekitar ventrikel ke-3 dan membentuk inti serebrum (otak besar).
- Diferensiasi : Proses perubahan dan pendewasaan jaringan embrional menjadi beragam jenis jaringan lain dengan fungsi yang berbeda.
- Difusi : Peristiwa mengalirnya atau berpindahannya suatu zat dalam pelarut dari abgain berkonsentrasi tinggi ke bagian yang berkonsentrasi rendah.
- Diploid : Hasil peleburan sel-sel gamet haploid dan melebur menjadi satu sel yang mempunyai 2n kromosom.

E

- Ektoderm : Lapisan tubuh bagian luar yang akan berkembang menjadi lapisan luar pelindung tubuh (pada hewan tertentu menjadi susunan saraf pusat).
- Emboly : Pergerakan sel yang arahnya menuju ke bagian dalam terutama di ujung sumbu bakal embrio.
- Embrio : Bakal larva hasil pembuahan sel telur dan sel sperma.
- Embriogenesis : Proses pembentukan dan perkembangan embrio.
- Endoderm : Lapisan tubuh bagian luar yang akan berkembang menjadi saluran pencernaan dan hati.
- Endodermal : Bagian terdalam dari tiga lapisan massa sel yang akan muncul di awal perkembangan embrio.
- Enzim : Biomolekul berupa protein yang berfungsi sebagai katalis dalam suatu reaksi kimia organik.
- Epidermis : Lapisan jaringan paling luar yang berfungsi sebagai katalis dalam suatu reaksi kimia organik.
- Epiblast : Bentuk kecil yang terdapat berhadapan dengan skutelum pada embrio.
- Epiboly* : Proses pertumbuhan sel yang bergerak ke arah depan, belakang dan kesamping dari sumbu embrio.
- Epidermal : Lapisan jaringan, biasanya setebal satu lapis sel saja yang menurupi permukaan organ.

F

- Fase Embrionik : Merupakan tahapan sesaat setelah fertilisasi terjadi. Pada fase ini zigot mulai mengalami perubahan hingga menjadi embrio.
- Fertil : Mampu menghasilkan keturunan.
- Fertilisasi : Peleburan dua gamet yang dapat berupa nukleus atau sel-sel bernukleus untuk membentuk sel tunggal (zigot) atau peleburan nukleus.
- Fertilization Rate : Derajat pembuahan atau jumlah telur yang telah terbuahi.

G

- Gamet : Sel reproduksi dari suatu organisme.
- Gametogenesis : Proses diploid dan haploid yang mengalami pembelahan sel dan diferensiasi untuk membentuk gamet haploid dewasa.
- Gastrula : Bentuk lanjutan dari blastula yang pelekukan tubuhnya sudah semakin nyata dan mempunyai lapisan dinding tubuh embrio serta rongga tubuh.
- Gastrulasi : Proses perkembangan embrio, dimana sel bakal organ yang telah terbentuk pada stadia blastula mengalami perkembangan lebih lanjut.
- Gonad : Organ hewan yang menghasilkan gamet-gamet (kelenjar kelamin).

H

- Haploid : Sebuah kondisi sel dimana sel tersebut hanya memiliki satu pasang kromosom (n) atau hanya setengah kromosom sel normal yaitu dua pasang kromosom (diploid).
- Hatching rate : Daya tetas atau jumlah telur yang menetas.
- Hormon : Zat yang dibentuk oleh bagian tubuh tertentu dalam jumlah kecil dan dibawa ke jaringan tubuh lainnya serta mempunyai pengaruh khas.
- Hypoblast : Penunjang atau suspensor yang terdapat pada embrio.

I

- Imotil : Tidak dapat atau tidak mampu untuk bergerak.

- Inkubasi : Masa perkembangan telur sebelum menetas dengan membuat kondisi lingkungan sedemikian rupa untuk merangsang penetasan telur.
- Intracapsular : Fraktur tulang yang terletak di dalam kapsul sendi.
- Invaginasi : Pembentukan lekukan sel-sel ke arah dalam pada kutub vegetatif yang akan membentuk dua formasi lapisan yaitu ektoderm dan endoderm.

K

- Korion : Membran yang menutupi amnion, kuning telur, dan amnion.
- Kromosom : Pembawa informasi gen yang terdapat di dalam inti sel (nucleus).
- Kualitas : Tingkat baik buruknya atau taraf atau derajat sesuatu.
- Kuantitas : Tolak ukur yang berkaitan dengan jumlah.
- Kuning Telur : Cadangan makanan untuk embrio agar dapat berkembang.
- Kutub anima : Konsentrasi kuning telur rendah dan akan menjadi bagian posterior pada saat pembentukan organ-organ.
- Kutub vegetative : Tempat berkumpulnya kuning telur dan akan menjadi bagian posterior pada saat pembentukan organ-organ.

L

- Larva : Bentuk muda (juvenile) hewan yang perkembangannya melalui metamorfosis.

M

- Medula : Bagian tengah (dalam) pada suatu organ.
- Meiosis : Salah satu cara sel untuk mengalami pembelahan. Ciri pembelahan secara meiosis adalah: Terjadi di sel kelamin. Jumlah sel anaknya 4.
- Mesensefalon : Bagian otak tengah.
- Mesoderm : Lapisan tubuh bagian tengah yang akan berkembang anatar usus dan lapisan pelindung luar seperti otot dan system peredaran darah.
- Mesodermal : Sel-sel yang berada pada lapisan tengah saat fase embrionik dalam perkembangan makhluk hidup.

- Metabolisme : Semua reaksi kimia yang terjadi di dalam tubuh organisme termasuk di tingkat selular untuk mempertahankan kelangsungan hidup.
- Metaphase : Salah satu tahapan mitosis dan meiosis yang merupakan dua jenis pembelahan sel.
- Metensefalon : Bagian dari otak belakang yang strukturnya terdiri atas pons varolli (jembatan varolli) dan cerebellum (otak kecil).
- Mikrofil : Sebuah lubang kecil masuknya spermatozoa saat proses pembuahan yang terletak pada kutub animal telur.
- Mitosis : Proses pembagian genom yang telah digandakan oleh sel ke dua sel identik yang dihasilkan oleh pembelahan sel.
- Morula : Pembelahan sel yang terjadi setelah sel berjumlah 32 sel dan berakhir bila sel sudah menghasilkan sejumlah blastomere yang berukuran sama akan tetapi ukurannya lebih kecil.
- Motilitas : Kemampuan organisme untuk bergerak sendiri menggunakan energi metabolik.
- Motorik : Suatu gerakan yang digerakkan oleh tubuh.
- N**
- Neural : Sesuatu hal yang berhubungan dengan urat saraf.
- Neural Folds : Lapisan neural yang terbentuk pada proses neurulasi.
- Neural Plate : Keping neural yang terbentuk pada proses neurulasi.
- Neurula : Fase pembentukan calon embrio yang ditandai dengan munculnya bakal mata dan tulang punggung mulai terlihat.
- Neurulasi : Proses penempatan jaringan yang akan tumbuh menjadi saraf, jaringan ini berasal dari diferensiasi ectoderm, sehingga disebut ectoderm neural.
- Notochord : Tali saraf dorsalis pada saat perkembangan embrio.
- Notokorda : Tulang belakang yang berasal dari perkembangan sumbu penyokong tubuh primer.
- Nukleus : Organel yang mengandung sebagian besar materi genetik sel dengan bentuk molekul DNA linier panjang yang membentuk kromosom bersama dengan beragam jenis protein.

O

- Organ : Kumpulan dari beberapa jaringan untuk melakukan fungsi tertentu di dalam tubuh.
- Organogenesis : Proses pembentukan organ atau alat tubuh.
- Osmolalitas : Jumlah keseluruhan partikel yang larut didalam larutan.
- Otonom : Saraf yang bergantung pada system saraf pusat, dan antara keduanya dihubungkan urat-urat saraf arefen dan eferen.
- Ovarium : Kelenjar kelamin yang dibawa oleh hewan betina.
- Ovipar : Salah satu cara berkembang biak dengan cara bertelur.
- Ovum : Sel reproduksi (gamet) yang dihasilkan dari ovarium pada organisme berjenis kelamin betina.

P

- Pemijahan : Proses pembuahan bertemunya sel telur dan sel sperma.
- Perisai embrio : Lapisan sel yang menutupi kuning telur pada akhir gastrulasi dan terdapat pada kutub anima yang nantinya akan berkembang menjadi tulang belakang.
- Perivitellin : Ruang yang terbentuk di bawah membrane vitellin.
- Pertumbuhan : Suatu proses penambahan ukuran, baik volume, bobot, dan jumlah sel yang bersifat *irreversible* (tidak dapat kembali ke asal).
- Post-spawning : Proses yang dimulai dari penetasan telur, perkembangan larva sampai menjadi ikan.
- Prematur : Keluar dari rahim atau telur sebelum waktu perkembangan yang seharusnya.
- Pre-spawning : Bagian dari proses reproduksi yang paling panjang.
- Pronucleus : Nukleus spema atau sel telur selama proses pembuahan.

R

- Reproduksi : Suatu proses atau kemampuan pada makhluk hidup untuk menghasilkan keturunan.

S

- Saraf : Serat-serat yang menghubungkan organ-organ tubuh dengan sistem saraf pusat (yakni otak dan sumsum tulang belakang) dan antar bagian sistem saraf dengan lainnya.
- Sel : Kumpulan materi paling sederhana yang dapat hidup dan merupakan unit penyusun semua makhluk hidup.
- Sel sperma : Sel reproduksi seksual pada jantan yang mengandung setengah set kromosom.
- Sel telur : Sel reproduksi (gamet) pada betina yang dihasilkan oleh ovarium.
- Sitoplasma : Bagian sel yang terbungkus membran sel.
- Somit : Salah satu dari untaian segmen longitudinal seperti blok dimana mesoderma di kedua sisi tulang belakang embrio melakukan diferensiasi.
- Spermatogenesis : Proses pembuatan sel sperma dengan cara pembelahan meiosis dan mitosis.
- Spermatozoa : Sel benih jantan yang dihasilkan dari testis yang menyuburkan sel telur yang matang.
- Stadia : Tingkatan dalam daur hidup atau perkembangan suatu proses.
- Stress : Bentuk ketegangan dari fisik, psikis, emosi, maupun mental yang disebabkan adanya ketidak sesuaian anatar situasi yang diinginkan dengan keadaan biologis, psikologis atau system soial inividu tersebut.
- Survival rate : Jumlah ikan yang hidup pada akhir periode remit dengan jumlah yang hidup pada awal periode.

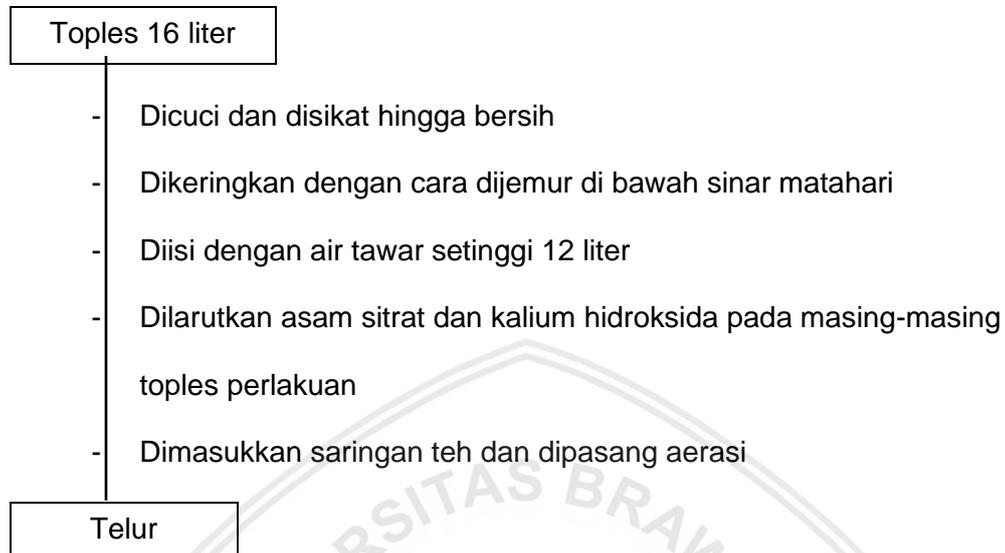
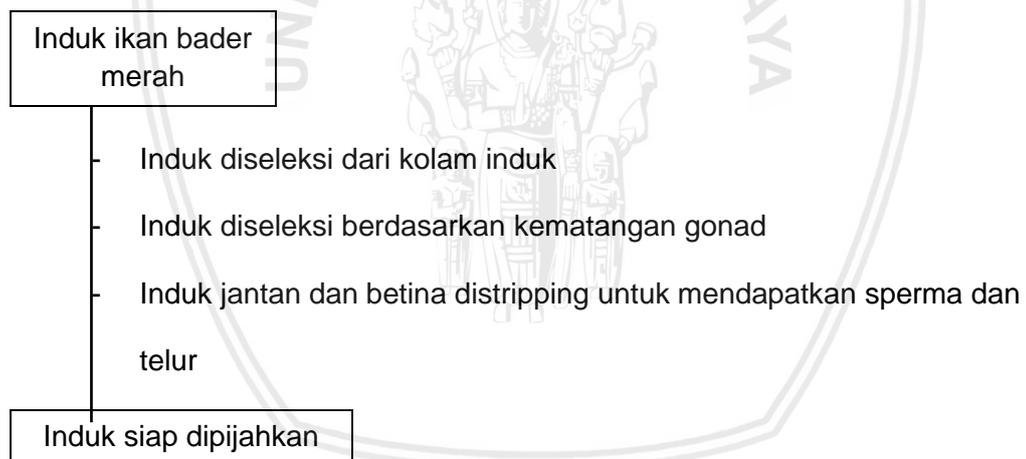
Z

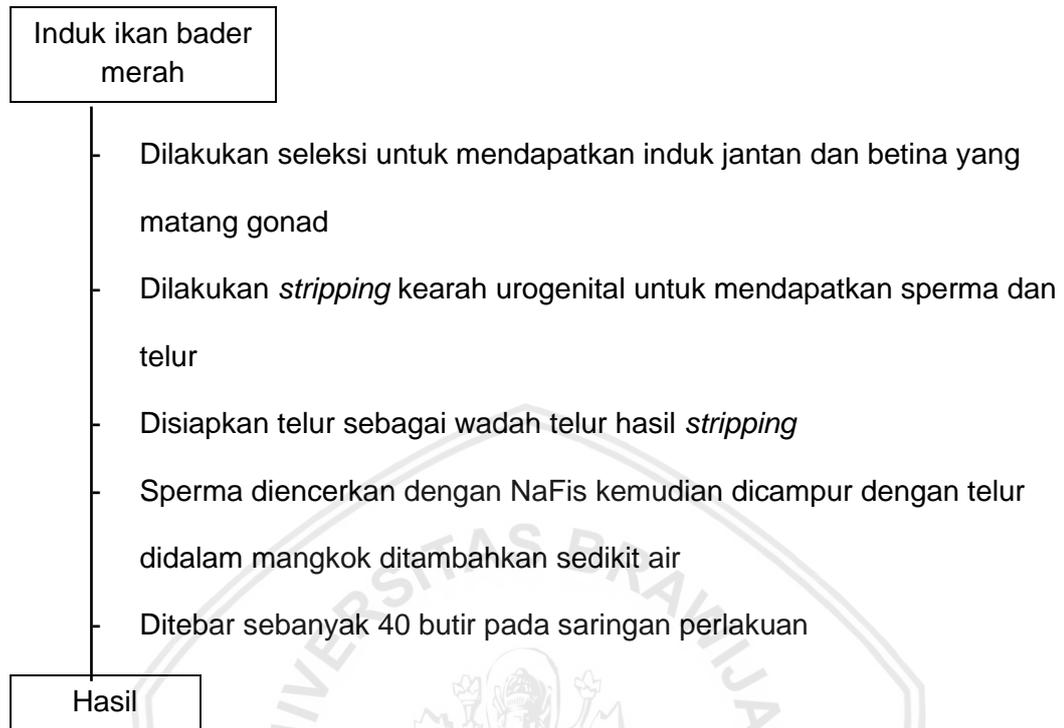
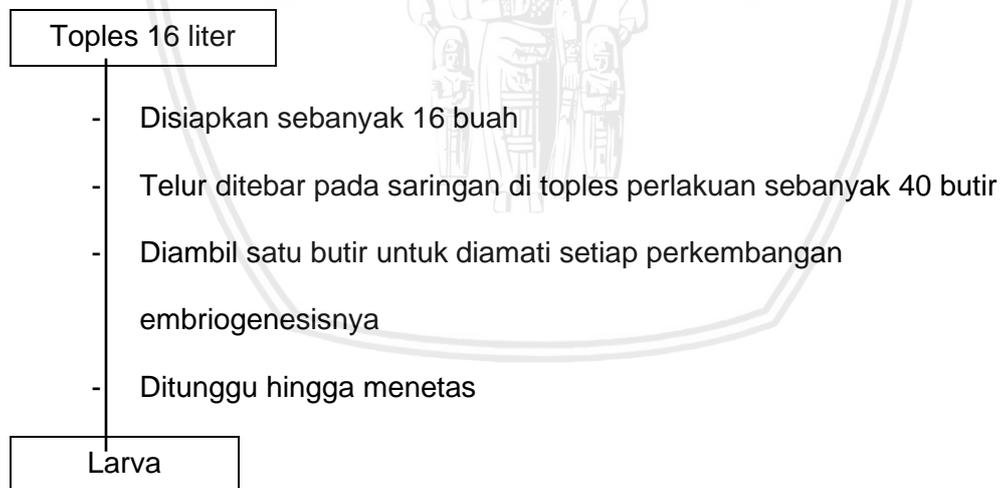
- Zigot : Sel yang terbentuk sebagai hasil bersatunya dua sel kelamin (sel ovum dan sel sperma) yang telah masak.
- Zona Pleusida : Lapisan tebal yang terbuat dari protein, meliouti bagian luar membrane vitellin yang melindungi sel telur.

LAMPIRAN

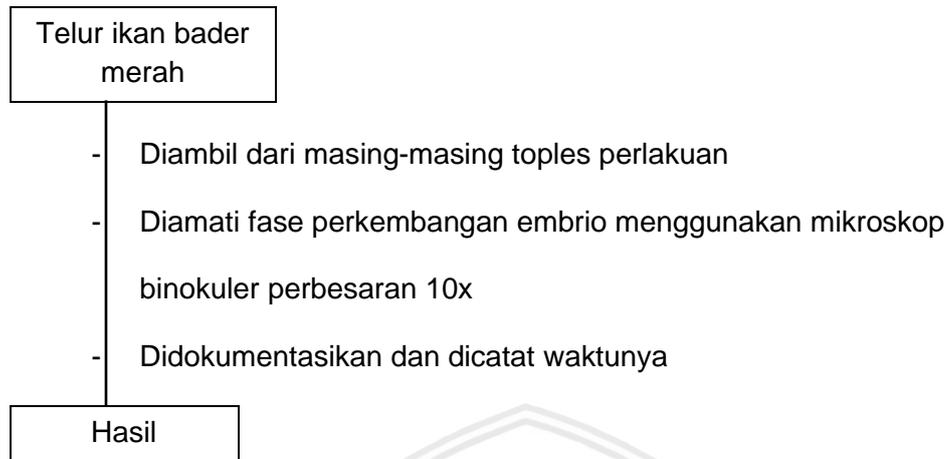
Lampiran 1. Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian



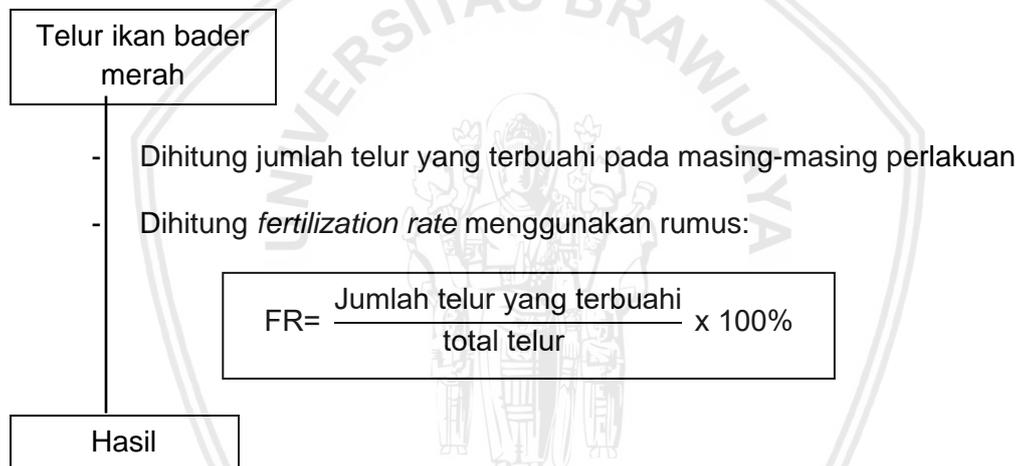
Lampiran 2. Skema Kerja**a. Persiapan Wadah Pemeliharaan Induk****b. Seleksi Induk**

c. Proses Pemijahan**d. Penetasan Telur**

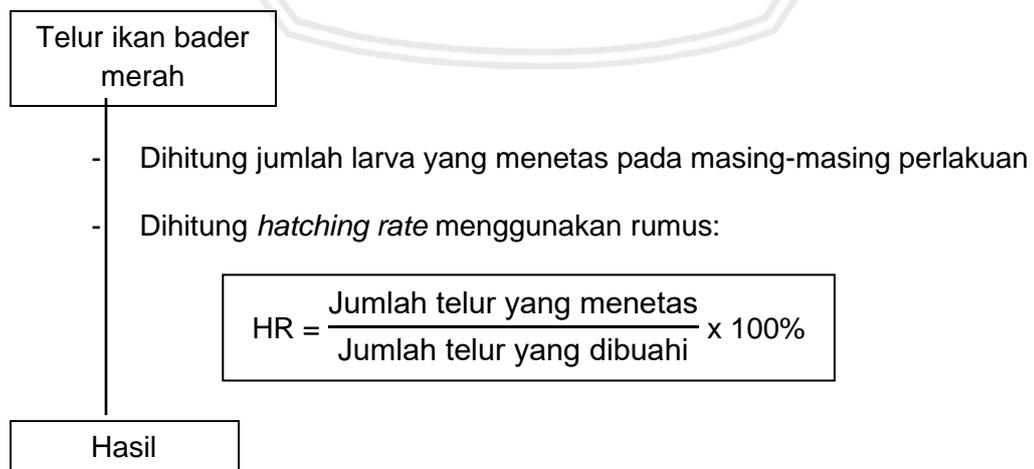
e. Perkembangan Embrio



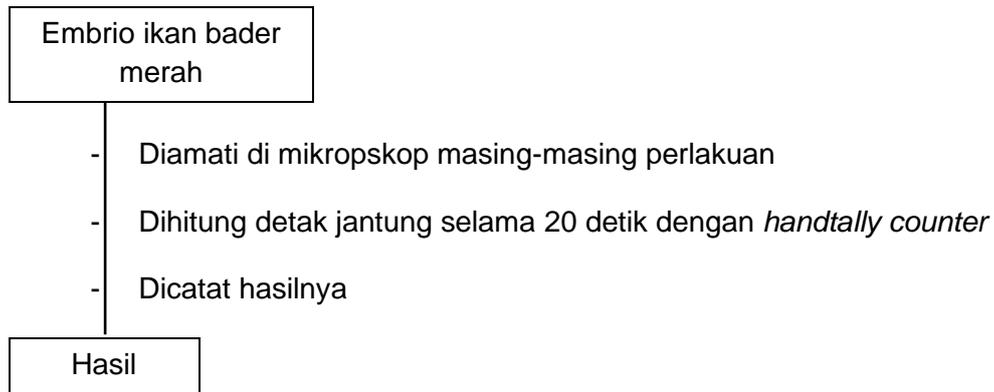
f. Derajat Pembuahan Telur



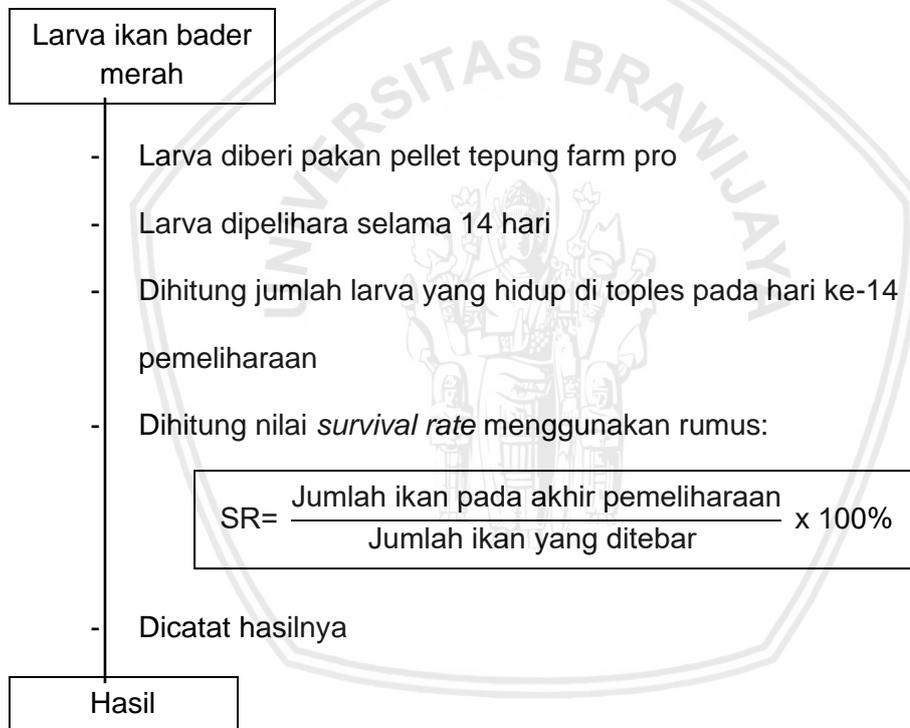
g. Daya Tetas

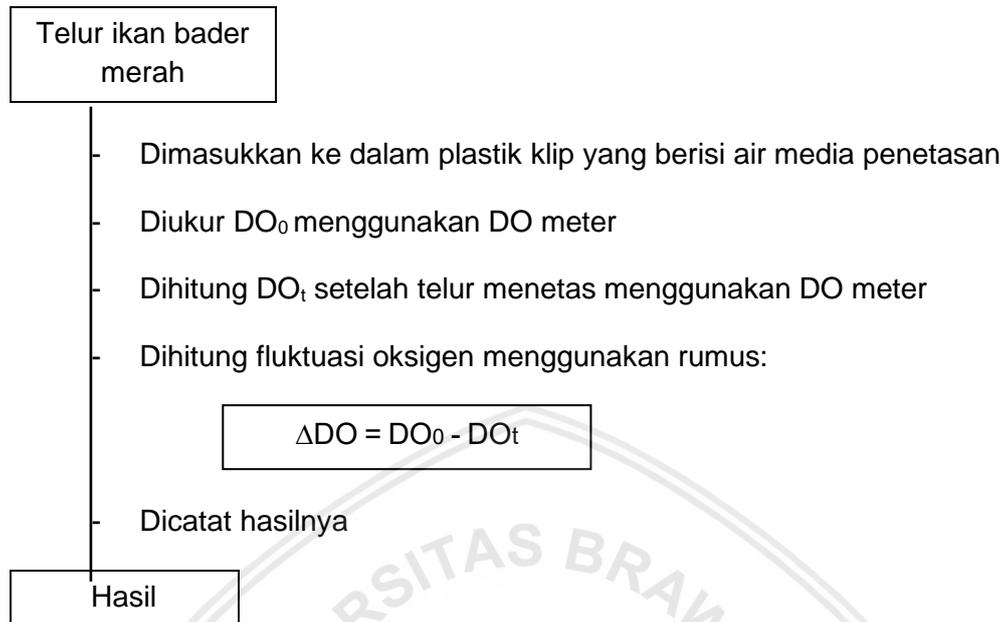
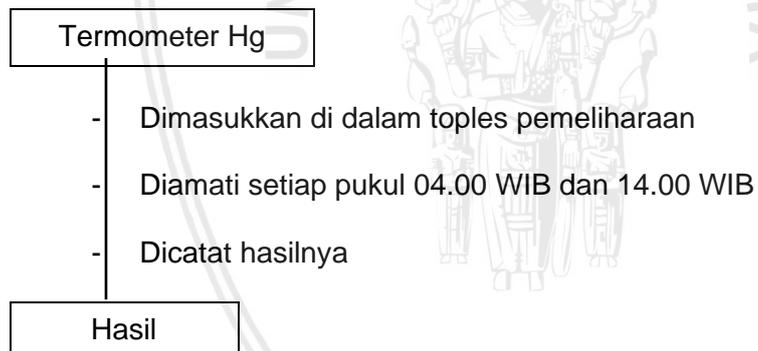


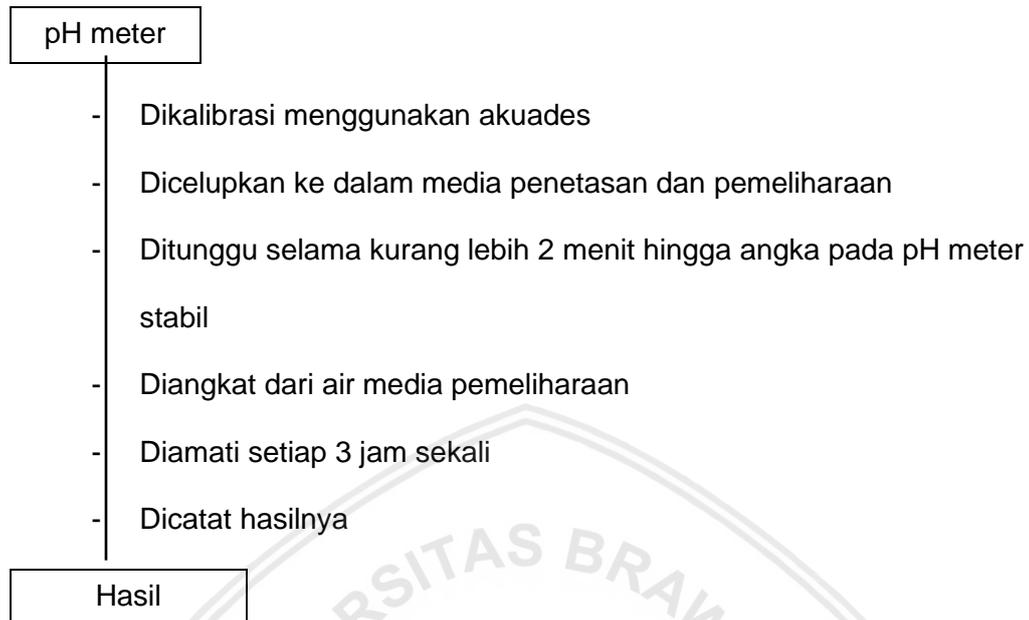
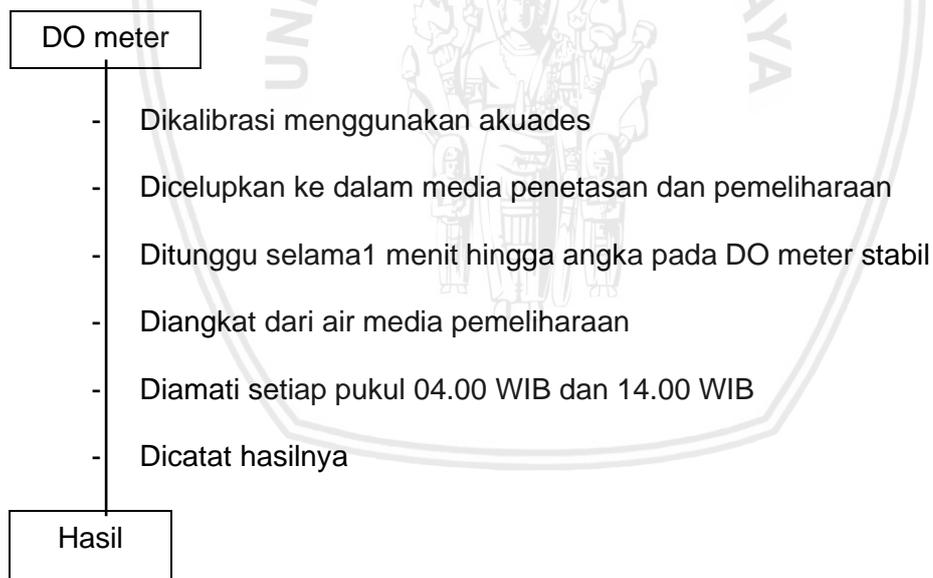
h. Detak Jantung Embrio



i. Sintasan Larva



j. Kebutuhan Oksigen dalam Media untuk Perkembangan Embrio**k. Pengukuran Suhu**

I. Pengukuran pH**m. Pengukuran DO**

Lampiran 3. Dokumentasi Alat dan Bahan**a. Alat**

	
Toples ukuran 16L	Selang aerasi
	
Objek glass	Mikroskop
	
Selang sifon	Sendok
	
Batu aerator	pH meter



Mangkok



Pipet tetes



Handtally counter



Blower



Bulu ayam



Sprit



Saringan



Seser

	
<p>Gunting</p>	<p>DO meter</p>
	
<p>Kran aerasi</p>	<p>Alat tulis</p>

b. Bahan

	
<p>Induk Ikan Bader Merah Betina</p>	<p>Induk Ikan Bader Merah Jantan</p>
	
<p>Telur ikan bader merah</p>	<p>Larva ikan bader merah</p>



Kain



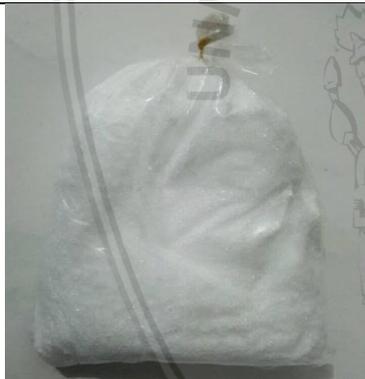
Sterofoam



Karet gelang



Ttisu



Asam sitrat ($C_6H_8O_7$)



Kalium hidroksida (KOH)



Obat bius



Pakan larva



Plastik klip



NaFis



Lampiran 4. Data Akumulasi Waktu Perkembangan Embrio Ikan Bader Merah

Perlakuan A pH 6

NO	STADIA	WAKTU (JAM)	AKUMULASI WAKTU (MENIT)
1	Zigot	17.40	6
2	2 sel	17.47	7
3	4 sel	18.02	15
4	8 sel	18.06	4
5	16 sel	18.16	10
6	32 sel	18.31	16
7	Morula	19.57	1 jam 26 menit
8	Blastula	22.33	2 jam 36 menit
9	Gastrula	01.37	3 jam 4 menit
10	Neurula	05.00	3 jam 23 menit
11	Organogenesis	08.57	3 jam 57 menit
12	Menetas	18.17	9 jam 20 menit

Perlakuan B pH 7

NO	STADIA	WAKTU (JAM)	AKUMULASI WAKTU (MENIT)
1	Zigot	17.40	0
2	2 sel	17.47	7
3	4 sel	18.02	15
4	8 sel	18.06	4
5	16 sel	18.16	10
6	32 sel	18.31	15
7	Morula	19.31	1 jam
8	Blastula	21.51	2 jam 20 menit
9	Gastrula	00.05	2 jam 14 menit
10	Neurula	03.03	3 jam 5 menit
11	Organogenesis	06.29	3 jam 28 menit
12	Menetas	14.19	8 jam 22 menit

Perlakuan C pH 8

NO	STADIA	WAKTU (JAM)	AKUMULASI WAKTU (MENIT)
1	Zigot	17.40	0
2	2 sel	17.47	7
3	4 sel	18.02	15
4	8 sel	18.06	4
5	16 sel	18.16	10

6	32 sel	18.31	15
7	Morula	18.54	23
8	Blastula	20.15	1 jam 21 menit
9	Gastrula	22.47	2 jam 32 menit
10	Neurula	00.57	2 jam 10 menit
11	Organogenesis	04.12	3 jam 15 menit
12	Menetas	11.35	7 jam 23 menit

Perlakuan D pH 9

NO	STADIA	WAKTU (JAM)	AKUMULASI WAKTU (MENIT)
1	Zigot	17.40	0
2	2 sel	17.47	7
3	4 sel	18.02	15
4	8 sel	18.06	4
5	16 sel	18.16	10
6	32 sel	18.31	15
7	Morula	18.48	17
8	Blastula	20.09	1 jam 21 menit
9	Gastrula	22.16	2 jam 17 menit
10	Neurula	00.20	2 jam 4 menit
11	Organogenesis	03.33	3 jam 13 menit
12	Menetas	10.41	7 jam 8 menit

Lampiran 5. Data Derajat Pembuahan (*Fertilization Rate*)

Derajat penetasan telur ikan bader merah didapatkan setelah fertilisasi atau sampai menetas, sehingga dapat dihitung sebagai berikut :

Perlakuan	Ulangan	Jumlah Telur	Jumlah Telur Terbuahi	Derajat Pembuahan (%)
A (pH 6)	1	40	29	72,50
	2	40	30	75,00
	3	40	30	75,00
	4	40	23	57,50
B (pH 7)	1	40	33	82,50
	2	40	35	87,50
	3	40	30	75,00
	4	40	27	67,50
C (pH 8)	1	40	33	82,50
	2	40	32	80,00
	3	40	33	82,50
	4	40	36	90,00
D (pH 9)	1	40	38	95,00
	2	40	36	90,00
	3	40	40	100,00
	4	40	40	100,00

Perhitungan Derajat Pembuahan Telur Ikan Bader Merah :

$$FR = \frac{\text{jumlah telur terbuahi}}{\text{jumlah telur tebar}} \times 100\%$$

Lampiran 6. Data Daya Tetas (*Hatching Rate*)

Derajat penetasan telur ikan bader merah didapatkan setelah fertilisasi atau sampai menetas, sehingga dapat dihitung sebagai berikut :

Perlakuan	Ulangan	Jumlah Telur	Jumlah Telur Terbuahi	Daya Tetas (%)
A (pH 6)	1	29	17	59,00
	2	30	13	43,00
	3	30	20	67,00
	4	23	13	57,00
B (pH 7)	1	33	22	67,00
	2	35	20	57,00
	3	30	25	83,00
	4	27	15	56,00
C (pH 8)	1	33	25	76,00
	2	32	22	69,00
	3	33	29	88,00
	4	36	29	81,00
D (pH 9)	1	38	30	79,00
	2	36	31	86,00
	3	40	31	78,00
	4	40	35	88,00

Perhitungan Daya Tetas Telur Ikan Bader Merah :

$$HR = \frac{\text{jumlah telur menetas}}{\text{jumlah telur terbuahi}} \times 100\%$$

Lampiran 7. Data Sintasan Larva (*Survival Rate*)

Derajat penetasan telur ikan bader merah didapatkan setelah fertilisasi atau sampai menetas, sehingga dapat dihitung sebagai berikut :

Perlakuan	Ulangan	Jumlah Telur	Jumlah Telur Terbuahi	Sintasan Larva (%)
A (pH 6)	1	17	10	59.00
	2	13	7	54.00
	3	20	13	65.00
	4	13	9	69.00
B (pH 7)	1	22	17	77.00
	2	20	13	65.00
	3	25	17	68.00
	4	15	9	60.00
C (pH 8)	1	25	20	80.00
	2	22	17	77.00
	3	29	21	72.00
	4	29	23	79.00
D (pH 9)	1	30	24	80.00
	2	31	27	87.00
	3	31	23	74.00
	4	35	29	83.00

Perhitungan Sintasan Larva Ikan Bader Merah :

$$SR = \frac{\text{jumlah ikan hidup pada akhir penelitian}}{\text{jumlah telur menetas}} \times 100\%$$

Lampiran 8. Data Konsumsi DO Embrio Ikan Bader Merah

Perlakuan		DO ₀ (mg/l)	DO _t (mg/l)	ΔDO (mg/l)
pH	Ulangan			
6	1	5,12	4,00	1,12
	2	5,00	4,20	0,80
	3	5,00	3,50	1,50
	4	5,40	4,40	1,00
7	1	5,76	4,43	1,33
	2	5,82	4,96	0,86
	3	5,91	4,82	1,09
	4	5,60	4,00	1,60
8	1	5,42	3,55	1,87
	2	5,13	4,12	1,01
	3	5,20	3,97	1,23
	4	5,31	4,30	1,01
9	1	5,31	4,22	1,09
	2	6,23	3,40	2,83
	3	5,41	4,50	0,91
	4	5,31	4,89	0,42

Lampiran 9. Data Kualitas Air Pemeliharaan Larva

Hari Ke	Waktu	Suhu (°C)							
		A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4
1	04.00	25.5	25.1	24.5	25.0	24.0	24.9	24.1	24.4
	14.00	29.0	29.0	28.0	30.0	27.0	27.0	28.0	27.7
2	04.00	25.5	25.5	24.5	24.9	24.5	24.4	24.8	25.3
	14.00	27.5	28.1	28.8	28.9	28.5	27.3	28.1	28.9
3	04.00	24.0	26.4	25.5	25.4	25.8	25.0	25.7	25.8
	14.00	28.5	27.9	29.7	27.0	29.1	28.1	29.9	29.0
4	04.00	24.9	24.9	25.0	25.6	24.3	25.0	25,2	24.1
	14.00	28.0	29.2	28.0	27.7	27.0	28.4	29.3	27.7
5	04.00	24.1	24.7	25.5	26.0	26.1	24.6	25.9	25.7
	14.00	29.9	28.3	28.1	27.7	28.1	26.1	30.0	28.8
6	04.00	26.4	25.1	25.6	25.9	24.9	25.1	26.0	25.9
	14.00	27.3	28.9	28.4	27.9	29.9	29.0	27.7	28.9
7	04.00	24.5	24.9	24.0	24.0	25.2	25.9	25.6	26.0
	14.00	29.1	29.0	27.9	28.7	30.0	29.5	28.8	30.3
8	04.00	24.8	24.0	25.4	24.9	25.1	25.6	24.4	24.1
	14.00	28.2	27.3	29.0	28.5	28.9	30.0	27.4	28.6
9	04.00	25.6	25.5	25.6	25.0	24.0	25.9	25.9	24.0
	14.00	27.4	28.7	28.5	28.9	28.3	26.7	28.1	29.0
10	04.00	24.1	24.1	25.7	24.1	24.1	24.0	25.0	25.0
	14.00	30.1	29.9	27.6	28.5	29.5	27.2	29.1	30.0
11	04.00	25.5	24.0	25.0	25.7	26.0	25.1	24.4	25.5
	14.00	29.9	28.5	28.0	29.1	28.1	28.9	27.0	29.7
12	04.00	24.3	25.9	25.5	25.5	25.1	24.6	25.5	24.3
	14.00	27.0	29.3	29.9	29.7	29.9	28.0	28.7	28.8
13	04.00	24.1	25.1	223.6	25.4	24.4	24.1	24.0	25.9
	14.00	28.1	28.7	28.4	28.1	27.7	19.1	29.1	27.7
14	04.00	25.9	24.9	25.9	24.1	25.1	25.0	25.0	25.7
	14.00	29.8	28.9	30.0	28.3	29.0	30.0	30.0	30.1

Lampiran 9. Lanjutan

Hari Ke	Waktu	Suhu (°C)							
		C1	C2	C3	C4	D1	D2	D3	D4
1	04.00	24.1	26.6	25.6	24.4	24.8	24.4	25.5	25.9
	14.00	27.0	31.0	30.0	29.1	29.1	28.7	29.0	29.0
2	04.00	25.9	27.0	24.1	25.1	24.5	24.1	25.5	25.5
	14.00	28.8	30.9	28.3	30.4	29.1	29.9	29.5	29.9
3	04.00	24.4	24.4	25.5	25.9	25.8	25.5	24.4	24.4
	14.00	28.0	28.8	28.8	30.9	30.9	30.0	28.5	28.8
4	04.00	25.1	24.1	24.4	25.1	24.3	24.4	24.4	24.1
	14.00	29.9	29.0	29.9	30.9	29.9	30.4	28.0	29.0
5	04.00	25.8	25.6	25.7	24.4	26.1	25.7	26.1	25.6
	14.00	30.0	29.1	30.0	39.4	30.0	29.8	30.9	30.9
6	04.00	26.0	25.5	26.0	25.7	24.9	26.0	25.3	25.5
	14.00	30.0	29.1	30.4	29.9	29.1	29.9	29.9	30.1
7	04.00	24.9	25.0	26.1	25.0	25.2	26.1	26.6	25.0
	14.00	27.9	29.9	29.9	30.0	29.0	29.7	29.1	29.9
8	04.00	26.0	24.7	24.9	25.4	25.1	24.9	24.7	24.7
	14.00	29.1	27.7	28.8	30.1	29.1	30.1	28.8	29.1
9	04.00	25.0	24.0	25.0	26.0	24.1	25.0	26.6	25.0
	14.00	30.1	28.6	30.4	30.9	30.0	29.0	29.0	29.4
10	04.00	25.5	25.9	25.5	24.5	24.1	25.5	26.1	25.9
	14.00	29.3	29.9	30.1	30.9	29.1	30.0	30.0	30.1
11	04.00	24.4	26.1	25.1	25.8	26.3	25.1	26.3	26.1
	14.00	30.1	30.7	29.1	29.8	30.4	29.7	30.0	30.8
12	04.00	25.0	24.4	24.0	25.7	25.1	25.5	24.3	24.9
	14.00	28.0	30.0	29.1	29.9	29.7	28.8	29.1	30.0
13	04.00	24.4	25.7	25.5	24.4	24.4	25.5	25.1	25.7
	14.00	28.8	29.0	30.7	28.9	29.1	30.0	29.1	30.3
14	04.00	24.1	25.0	24.0	25.9	24.1	24.1	25.9	25.0
	14.00	27.7	28.1	28.9	30.4	30.0	30.1	29.9	30.1

Lampiran 9. Lanjutan

Hari Ke	Waktu	pH							
		A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4
1	04.00	6.11	6.20	5.99	6.15	7.00	6.98	7.12	6.99
	14.00	6.00	6.00	6.11	6.00	7.15	7.17	7.00	7.25
2	04.00	6.00	6.00	6.12	6.17	6.90	7.21	6.99	7.23
	14.00	5.95	6.11	6.00	6.00	7.15	7.00	7.15	7.02
3	04.00	5.90	5.95	6.11	6.00	7.12	7.00	7.22	7.00
	14.00	6.04	6.16	6.00	6.13	7.01	6.95	7.00	7.14
4	04.00	6.02	6.05	6.10	5.99	7.01	6.95	7.00	6.99
	14.00	6.12	6.00	6.01	6.16	6.90	7.15	7.15	7.15
5	04.00	6.14	6.00	6.10	6.11	6.98	7.12	6.99	7.17
	14.00	6.00	5.95	6.00	6.00	7.17	7.00	7.00	7.00
6	04.00	6.01	6.14	6.00	6.00	7.27	7.00	7.14	7.19
	14.00	6.01	6.01	5.99	5.93	7.00	7.15	7.01	7.00
7	04.00	6.00	5.99	5.99	6.00	6.91	7.18	7.16	6.98
	14.00	5.94	6.01	6.13	5.89	7.19	7.01	6.99	7.16
8	04.00	5.99	6.15	6.11	6.20	7.12	6.99	7.00	6.98
	14.00	6.11	6.00	6.00	6.00	7.00	7.25	7.15	7.17
9	04.00	6.12	6.17	6.00	6.00	6.99	7.23	6.90	7.21
	14.00	6.00	6.00	5.95	6.11	7.15	7.02	7.15	7.00
10	04.00	6.11	6.00	5.90	5.95	7.22	7.00	7.12	7.00
	14.00	6.00	6.13	6.04	6.16	7.00	7.14	7.01	6.95
11	04.00	6.10	5.99	6.02	6.05	7.00	6.99	7.01	6.95
	14.00	6.01	6.16	6.12	6.00	7.15	7.15	6.90	7.15
12	04.00	6.10	6.11	6.14	6.00	6.99	7.17	6.98	7.12
	14.00	6.00	6.00	6.00	5.95	7.00	7.00	7.17	7.00
13	04.00	6.00	6.00	6.01	6.14	7.14	7.19	7.27	7.00
	14.00	5.99	5.93	6.01	6.01	7.01	7.00	7.00	7.15
14	04.00	5.99	6.00	6.00	5.99	7.16	6.98	6.91	7.18
	14.00	6.13	5.89	5.94	6.01	6.99	7.16	7.19	7.01

Lampiran 9. Lanjutan

Hari Ke	Waktu	pH							
		C1	C2	C3	C4	D1	D2	D3	D4
1	04.00	7.91	7.94	7.91	7.95	8.96	8.80	8.91	9.15
	14.00	8.17	8.17	8.17	8.15	9.19	9.15	9.05	9.00
2	04.00	8.11	8.13	8.18	8.21	9.03	9.19	9.02	8.95
	14.00	7.91	7.97	7.99	8.00	9.13	9.01	9.12	9.05
3	04.00	7.96	7.97	8.21	8.33	8.96	8.90	9.15	9.20
	14.00	8.12	8.08	8.00	8.03	9.03	9.00	9.01	9.01
4	04.00	8.11	8.23	8.29	8.19	9.04	9.16	8.98	8.98
	14.00	8.00	8.02	8.00	8.01	9.14	9.00	9.13	9.17
5	04.00	7.90	7.91	7.99	7.80	9.00	9.21	8.99	8.89
	14.00	8.10	8.00	8.15	8.00	8.94	9.02	9.13	9.09
6	04.00	8.14	8.11	8.00	8.01	9.21	9.00	9.25	9.15
	14.00	8.00	7.99	7.95	8.10	9.01	9.12	9.03	8.99
7	04.00	8.23	8.05	8.00	8.10	8.94	8.91	9.21	9.25
	14.00	8.00	7.95	8.27	7.95	9.12	9.03	9.01	9.10
8	04.00	7.91	7.95	7.91	7.94	8.91	9.15	8.96	8.80
	14.00	8.17	8.15	8.17	8.17	9.05	9.00	9.19	9.15
9	04.00	8.18	8.21	8.11	8.13	9.02	8.95	9.03	9.19
	14.00	7.99	8.00	7.91	7.97	9.12	9.05	9.13	9.01
10	04.00	8.21	8.33	7.96	7.97	9.15	9.20	8.96	8.90
	14.00	8.00	8.03	8.12	8.08	9.01	9.01	9.03	9.00
11	04.00	8.29	8.19	8.11	8.23	8.98	8.98	9.04	9.16
	14.00	8.00	8.01	8.00	8.02	9.13	9.17	9.14	9.00
12	04.00	7.99	7.80	7.90	7.91	8.99	8.89	9.00	9.21
	14.00	8.15	8.00	8.20	8.00	9.13	9.09	8.94	9.02
13	04.00	8.00	8.01	8.14	8.11	9.25	9.15	9.21	9.00
	14.00	7.95	8.10	8.00	7.99	9.03	8.99	9.01	9.12
14	04.00	8.00	8.10	8.23	8.05	9.21	9.25	8.94	8.91
	14.00	8.27	7.95	8.00	7.95	9.01	9.10	9.12	9.03

Lampiran 9. Lanjutan

Hari Ke	Waktu	DO (mg/l)							
		A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4
1	04.00	4.30	5.50	4.50	5.01	5.40	7.40	5.00	4.45
	14.00	6.30	7.50	6.70	6.49	6.50	5.70	6.01	6.91
2	04.00	4.44	4.50	5.60	6.01	4.70	4.18	4.90	5.21
	14.00	5.98	7.94	6.80	5.28	5.70	5.34	5.29	7.12
3	04.00	5.50	4.80	5.30	4.44	5.00	5.21	5.30	6.13
	14.00	6.69	7.90	7.70	5.61	6.01	6.60	6.60	5.32
4	04.00	5.75	6.00	4.45	5.96	4.10	6.33	6.00	4.11
	14.00	7.01	7.95	6.97	6.35	5.60	5.93	4.20	6.01
5	04.00	6.24	4.13	5.28	5.79	5.21	5.46	4.29	5.26
	14.00	7.79	6.49	7.43	6.66	6.79	7.14	5.79	6.13
6	04.00	6.14	4.01	6.31	5.14	4.00	7.91	5.31	7.21
	14.00	7.01	5.19	7.14	7.21	6.27	6.80	6.43	6.79
7	04.00	4.32	5.43	5.15	6.21	4.63	4.15	6.72	4.10
	14.00	5.95	6.72	6.11	7.11	5.81	6.17	5.56	5.15
8	04.00	4.14	5.00	5.90	6.00	5.21	5.69	7.19	5.20
	14.00	6.71	6.91	7.01	5.89	6.33	7.21	6.93	6.29
9	04.00	5.13	6.02	4.49	4.25	6.01	7.00	5.01	6.01
	14.00	6.45	7.82	5.98	6.14	7.14	5.55	7.12	7.31
10	04.00	5.25	5.41	6.21	5.55	4.32	4.25	4.16	6.23
	14.00	7.18	7.77	7.23	7.78	5.81	6.73	6.25	5.67
11	04.00	6.71	4.15	5.13	5.10	5.98	5.17	7.21	5.97
	14.00	7.90	6.11	6.10	6.12	7.98	6.82	6.14	7.00
12	04.00	6.51	5.67	5.10	4.31	5.11	6.31	6.10	4.78
	14.00	7.04	6.13	7.01	5.56	6.17	6.90	5.98	6.41
13	04.00	4.39	5.32	5.66	4.39	4.50	4.65	5.42	6.66
	14.00	6.01	7.31	7.39	7.89	5.95	6.01	7.81	7.14
14	04.00	4.24	4.91	5.00	5.95	5.16	5.61	6.72	6.24
	14.00	5.19	7.46	6.14	6.31	6.72	7.01	7.77	7.51

Lampiran 9. Lanjutan

Hari Ke	Waktu	DO (mg/l)							
		C1	C2	C3	C4	D1	D2	D3	D4
1	04.00	5.01	4.50	5.50	4.30	4.45	5.00	7.40	5.40
	14.00	6.49	6.70	7.50	6.30	6.91	6.01	6.70	6.50
2	04.00	6.01	5.60	4.50	4.44	5.21	4.90	6.18	4.70
	14.00	5.28	6.80	6.54	5.98	6.12	5.29	7.23	6.70
3	04.00	4.44	5.30	4.80	5.50	6.13	5.30	5.21	5.00
	14.00	6.51	7.70	6.990	6.69	5.32	6.60	6.60	7.01
4	04.00	5.96	4.45	6.00	5.75	6.11	6.00	6.33	6.10
	14.00	6.35	6.97	7.95	7.01	5.95	5.56	6.93	5.60
5	04.00	5.79	5.28	6.13	6.24	5.26	4.29	5.46	5.21
	14.00	6.66	7.43	6.49	7.79	7.13	6.79	6.61	6.79
6	04.00	5.14	6.31	5.21	6.14	7.21	5.31	7.91	6.31
	14.00	7.21	5.98	5.19	7.01	6.79	6.43	6.80	7.27
7	04.00	6.21	5.15	5.43	4.32	5.10	6.72	6.15	4.62
	14.00	7.11	6.11	6.72	5.95	6.21	5.72	7.17	6.81
8	04.00	6.00	5.90	5.00	5.14	5.20	7.19	5.69	5.21
	14.00	5.89	7.01	6.91	6.71	6.29	6.93	6.69	6.33
9	04.00	5.25	4.49	6.02	5.13	6.01	5.01	7.00	6.01
	14.00	6.14	5.98	7.82	6.45	7.31	7.12	6.55	7.14
10	04.00	5.55	6.21	5.41	5.25	6.23	5.16	5.42	4.32
	14.00	7.78	5.99	7.77	7.18	5.67	6.25	6.73	6.81
11	04.00	5.10	5.13	6.15	6.71	5.97	7.21	5.17	5.98
	14.00	7.12	6.10	6.11	7.90	6.45	6.14	6.82	7.98
12	04.00	4.49	5.10	5.67	6.51	4.78	6.10	6.31	5.11
	14.00	6.65	7.01	6.13	7.04	6.41	5.98	6.90	7.17
13	04.00	4.39	5.66	5.32	4.39	6.66	5.43	4.65	4.50
	14.00	7.89	7.39	7.31	6.01	7.14	7.81	6.01	7.95
14	04.00	5.95	5.45	4.91	5.24	6.24	6.72	5.61	5.16
	14.00	6.31	6.14	6.79	5.19	7.51	7.77	7.01	7.72

Lampiran 10. Perhitungan Acak Lengkap (RAL)

a. Derajat Pembuaian Telur Ikan Bader Merah

Perlakuan	Ulangan (%)				Total (%)	Rerata (%)	SD
	1	2	3	4			
A (pH 6)	57,50	47,50	52,50	47,50	205,00	51,25	4,79
B (pH 7)	62,50	72,50	67,50	75,00	277,50	69,38	5,54
C (pH 8)	82,50	87,50	77,50	85,00	332,50	83,13	4,26
D (pH 9)	92,50	90,00	97,50	87,50	367,50	91,88	4,27

Uji Normalitas Data

		Unstandardized Predicted Value
N		16
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	73.9062500
	Std. Deviation	15.66062605
Most Extreme Differences	Absolute	.167
	Positive	.167
	Negative	-.167
Test Statistic		.167
Asymp. Sig. (2-tailed)		.200 ^{c,d}

Test distribution is Normal

Perhitungan :

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{\text{Total}^2}{n \cdot r} = \frac{1182,50^2}{4 \cdot 4} = 87394,14$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Kuadrat (JK) Total} &= (A^2)+(A^2)+(A^2)+(A^2)+(B^2)+\dots+(D^2) - \text{FK} \\ &= (57,50^2)+(47,50^2)+(52,50^2)+(47,50^2)+\dots+(87,50^2) - \\ &\quad 87394,14 \\ &= 4037,11 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{\sum A^2 + \sum B^2 + \sum C^2 + \sum D^2}{r} - \text{FK} \\ &= \frac{\sum 205,00^2 + \sum 227,50^2 + \sum 332,50^2 + \sum 367,50^2}{4} - 87394,14 = 3766,79 \end{aligned}$$

$$\text{JK Acak} = \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} = 4037,11 - 3766,79 = 270,31$$

$$\begin{aligned} \text{Derajat Bebas (db) Total} &= (t \cdot r) - 1 = (4 \cdot 4) - 1 = 15 \\ \text{db Perlakuan} &= t - 1 = 4 - 1 = 3 \\ \text{db Acak} &= \text{db Total} - \text{db Perlakuan} = 15 - 3 = 12 \end{aligned}$$

$$\text{Kuadrat Tengah (KT) Perlakuan} = \frac{\text{JK Perlakuan}}{\text{db Perlakuan}} = \frac{3766,79}{3} = 1255,60$$

$$\text{Kuadrat Tengah (KT) Acak} = \frac{\text{JK Acak}}{\text{db Acak}} = \frac{270,31}{12} = 22,53$$

Tabel Sidik Ragam

Sumber	db	JK	KT	F Hitung	F5%	F1%
Keragaman						
Perlakuan	3	3766,79	1255,60	55,74**	3,49	5,95
Acak	12	270,31	22,53			
Total	15	4037,11				

Keterangan : (ns) = non signifikan = tidak berbeda nyata; (*) = berbeda nyata; (**) = berbeda sangat nyata

Berdasarkan tabel analisis sidik ragam di atas maka dapat diketahui bahwa F hitung lebih besar daripada F tabel 5% dan F tabel 1%, sehingga nilai F hitung berbeda sangat nyata dan dapat dilanjutkan ke uji BNT.

Menghitung Nilai BNT

$$SED = \sqrt{\frac{2 \times KT \text{ Acak}}{\text{ulangan}}} = \sqrt{\frac{2 \times 22,53}{4}} = 3,36$$

$$BNT \ 5\% = t \text{ tabel } 5\% \text{ (db acak)} \times SED = 2,18 \times 3,36 = 7,31$$

$$BNT \ 1\% = t \text{ tabel } 1\% \text{ (db acak)} \times SED = 3,05 \times 3,36 = 10,25$$

Tabel Uji BNT

Perlakuan pada tabel BNT diurutkan dari rata-rata terkecil hingga yang terbesar

Perlakuan	Rerata	A	B	C	D	Notasi
		51,25	69,38	83,13	91,88	
A	51,25	-	-	-	-	a
B	69,38	18,13**	-	-	-	b
C	83,13	31,88**	13,75**	-	-	c
D	91,88	40,63**	22,50**	8,75*	-	d

Keterangan : (ns) non significant (*) = berbeda nyata (**) = berbeda sangat nyata

Berdasarkan tabel uji BNT di atas dapat diurutkan pengaruh perlakuan mulai dari yang berpengaruh sangat nyata hingga dengan yang tidak berpengaruh nyata yaitu **D** → **C** → **B** → **A**

Perhitungan Uji Polinomial Ortogonal

Perlakuan	Hasil (Ti)	Perbandingan (Ci)		
		Linier	Kuadratik	Kubik
P1	205,00	-3	1	-1
P2	227,50	-1	-1	3
P3	332,50	1	-1	-3
P4	367,50	3	1	1
Q= Σ(ci*Ti)		542,50	-37,50	-2,50

Hasil Kuadrat	20	4	20
Kr = $(\sum ci^2) \cdot R$	80	16	80
JK = Q^2/KR	3678,83	87,89	0,08
Total JK Regresi	3766,79		

Uji Regresi

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F. Hitung	F5%	F1%
1. Perlakuan	3	3766,79	486,85	10,30		
Linier	1	3678,83	3678,83	163,31**	4,74	9,33
Kuadratik	1	87,89	87,89	3,90 ^{ns}	4,74	9,33
Kubik	1	0,08	0,08	0,003 ^{ns}	4,74	9,33
2. Acak	12	270,31	22,52			
3. Total	15					

Keterangan : (^{ns}) *Non Significant*; (*) berbeda nyata; (**) berbeda sangat nyata

$$R^2 \text{ Linier} = \frac{JK \text{ Linier}}{JK \text{ Linier} + JK \text{ Acak}} = \frac{3678,83}{3678,83 + 270,31} = 0,93$$

$$R^2 \text{ Kuadratik} = \frac{JK \text{ Kuadratik}}{JK \text{ Kuadratik} + JK \text{ Acak}} = \frac{87,89}{87,89 + 270,31} = 0,25$$

$$R^2 \text{ Kubik} = \frac{JK \text{ Kubik}}{JK \text{ Kubik} + JK \text{ Acak}} = \frac{0,08}{0,08 + 270,31} = 0,0003$$

Berdasarkan perhitungan R^2 di atas maka didapatkan hasil tertinggi atau yang paling mendekati satu adalah R^2 linier, sehingga membentuk kurva linier.

$$R \text{ (koefisien determinasi)} = \sqrt{R^2 \text{ linier}} = \sqrt{0,93} = 0,96$$

Persamaan regresi linier dapat diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut :

Perlakuan	X	Y	XY	X ²
A1	6	57,50	345,00	36
A2	6	47,50	285,00	36
A3	6	52,50	315,00	36
A4	6	47,50	285,00	36
B1	7	62,50	438,00	49
B2	7	72,50	507,50	49
B3	7	67,50	472,50	49
B4	7	75,00	525,00	49
C1	8	82,50	660,00	64
C2	8	87,50	700,00	64
C3	8	77,50	620,00	64
C4	8	85,00	680,00	64
D1	9	92,50	832,50	81

D2	9	90,00	810,00	81
D3	9	97,50	877,50	81
D4	9	87,50	787,50	81
Jumlah	120	1182,50	9140,00	920
Rata-rata	$\bar{X} = 7,50$	$\bar{Y} = 73,91$		

Keterangan :

X : Perlakuan pH yang digunakan

Y : Hasil yang didapatkan pada tiap perlakuan

\bar{X} : Rata-rata seluruh nilai X

\bar{Y} : Rata-rata seluruh nilai Y

Mencari b_1 :

$$b_1 = \frac{\sum XY - \frac{\sum X \cdot \sum Y}{n}}{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}} = \frac{9140,00 - \frac{120 \cdot 1182,50}{16}}{920 - \frac{(120)^2}{16}} = \frac{271,25}{20} = 13,56$$

$$b_0 = \bar{Y} - (b_1 \cdot \bar{X}) = 73,91 - (13,56 \cdot 7,50) = 27,81$$

Persamaan linier : $y = b_0 + (b_1 \cdot X)$

$$y = 27,81 + 13,56x$$

Untuk $x = 6$ maka $y = 27,81 + 13,56 (6) = 53,56$

$x = 7$ maka $y = 27,81 + 13,56 (7) = 67,12$

$x = 8$ maka $y = 27,81 + 13,56 (8) = 80,69$

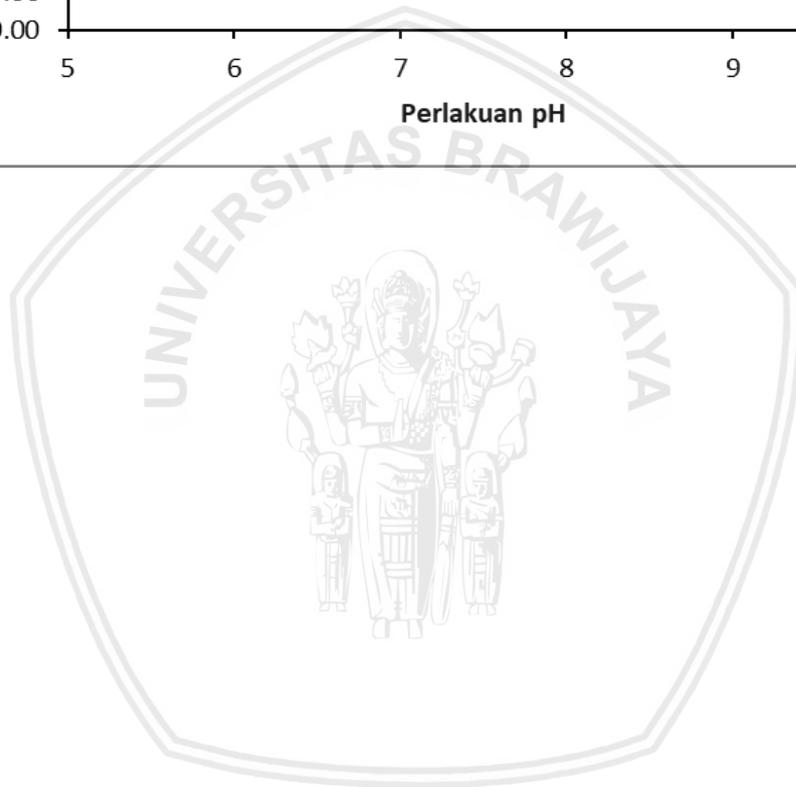
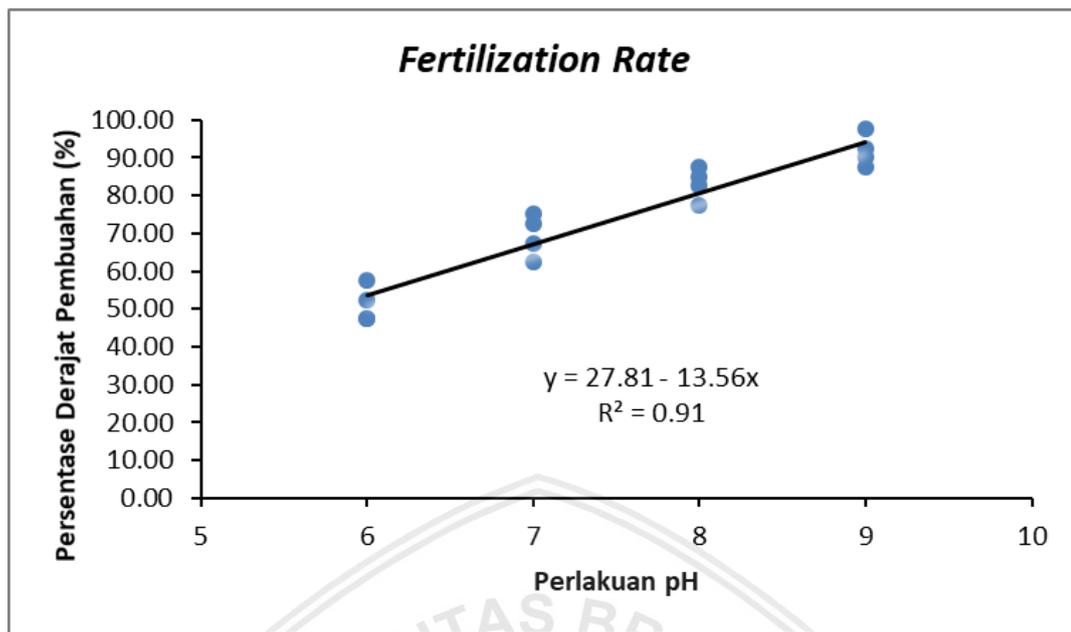
$x = 9$ maka $y = 27,81 + 13,56 (9) = 94,25$

Keterangan :

b_1 : Lekukan pada garis regresi

b_0 : Perpotongan garis regresi dengan sumbu Y

Berdasarkan persamaan di atas dapat dibuat kurva regresi pada sebagai berikut :



Lampiran 10. Lanjutan

b. Daya Tetas Telur Ikan Bader Merah

Perlakuan	Ulangan (%)				Total (%)	Rerata (%)	SD
	1	2	3	4			
A (pH 6)	43,48	47,37	52,38	47,37	190,60	47,65	3,64
B (pH 7)	52,00	58,62	55,56	56,67	222,85	55,71	2,78
C (pH 8)	63,64	60,00	61,29	67,29	252,58	63,15	3,36
D (pH 9)	78,38	72,22	74,36	82,86	307,82	76,96	4,69

Uji Normalitas Data

		Unstandardized Predicted Value
N		17
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	60.0243235
	Std. Deviation	11.21033990
Most Extreme Differences	Absolute	.179
	Positive	.179
	Negative	-.162
Test Statistic		.179
Asymp. Sig. (2-tailed)		.149 ^{c,d}

Test distribution is Normal

Perhitungan :

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{\text{Total}^2}{n \cdot r} = \frac{973,85^2}{4 \cdot 4} = 59273,99$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Kuadrat (JK) Total} &= (A1^2)+(A2^2)+(A3^2)+(A4^2)+(B1^2)+\dots+(D4^2) - \text{FK} \\ &= (43,48^2)+(47,37^2)+(52,38^2)+(47,37^2)+\dots+(82,86^2) - \\ &\quad 59273,99 \\ &= 2024,11 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{\sum A^2 + \sum B^2 + \sum C^2 + \sum D^2}{r} - \text{FK} \\ &= \frac{\sum 190,60^2 + \sum 222,85^2 + \sum 252,58^2 + \sum 307,82^2}{4} - 59273,99 = 1861,08 \end{aligned}$$

$$\text{JK Acak} = \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} = 2024,11 - 1861,08 = 13,59$$

$$\text{Derajat Bebas (db) Total} = (t \cdot r) - 1 = (4 \cdot 4) - 1 = 15$$

$$\text{db Perlakuan} = t - 1 = 4 - 1 = 3$$

$$\text{db Acak} = \text{db Total} - \text{db Perlakuan} = 15 - 3 = 12$$

$$\text{Kuadrat Tengah (KT) Perlakuan} = \frac{\text{JK Perlakuan}}{\text{db Perlakuan}} = \frac{1861,08}{3} = 620,36$$

$$\text{Kuadrat Tengah (KT) Acak} = \frac{\text{JK Acak}}{\text{db Acak}} = \frac{13,59}{12} = 1,13$$

Tabel Sidik Ragam

Sumber	db	JK	KT	F Hitung	F5%	F1%
Keragaman						
Perlakuan	3	1861,08	620,36	45,66**	3,49	5,95
Acak	12	163,02	13,59			
Total	15	2024,10				

Keterangan : (^{ns}) = non signifikan = tidak berbeda nyata; (*) = berbeda nyata; (**) = berbeda sangat nyata

Berdasarkan tabel analisis sidik ragam di atas maka dapat diketahui bahwa F hitung lebih besar daripada F tabel 5% dan F tabel 1%, sehingga nilai F hitung berbeda sangat nyata dan dapat dilanjutkan ke uji BNT.

Menghitung Nilai BNT

$$SED = \sqrt{\frac{2 \times KT \text{ Acak}}{\text{ulangan}}} = \sqrt{\frac{2 \times 163,02}{4}} = 2,61$$

$$BNT \ 5\% = t \text{ tabel } 5\% \text{ (db acak)} \times SED = 2,18 \times 2,61 = 5,68$$

$$BNT \ 1\% = t \text{ tabel } 1\% \text{ (db acak)} \times SED = 3,05 \times 2,61 = 7,96$$

Tabel Uji BNT

Perlakuan pada tabel BNT diurutkan dari rata-rata terkecil hingga yang terbesar

Perlakuan	Rerata	A	B	C	D	Notasi
		47,65	55,71	63,15	76,96	
A	47,65	-	-	-	-	a
B	55,71	8,06**	-	-	-	b
C	63,15	15,50**	7,43*	-	-	c
D	76,96	29,31**	21,24**	13,81	-	d

Keterangan : (^{ns}) *non significant* (*) = berbeda nyata (**) = berbeda sangat nyata

Berdasarkan tabel uji BNT di atas dapat diurutkan pengaruh perlakuan mulai dari yang berpengaruh sangat nyata hingga dengan yang tidak berpengaruh nyata yaitu **D** → **C** → **B** → **A**

Perhitungan Uji Polinomial Ortogonal

Perlakuan	Hasil (Ti)	Perbandingan (Ci)		
		Linier	Kuadratik	Kubik
P1	190,60	-3	1	-1
P2	222,85	-1	-1	3
P3	252,58	1	-1	-3
P4	307,82	3	1	1
Q= Σ(ci*Ti)		381,39	22,99	28,03

Hasil Kuadrat	20	4	20
Kr = $(\sum ci^2) \cdot R$	80	16	80
JK = Q^2/KR	1818,23	33,03	9,82
Total JK Regresi	1861,08		

Uji Regresi

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F. Hitung	F5%	F1%
1. Perlakuan	3	1861,08	535,06	8,46		
Linier	1	1818,23	1818,23	133,84**	4,74	9,33
Kuadratik	1	33,03	33,03	2,43 ^{ns}	4,74	9,33
Kubik	1	9,82	9,82	0,72 ^{ns}	4,74	9,33
2. Acak	12	163,02	13,59			
3. Total	15					

Keterangan : (^{ns}) *Non Significant*; (*) berbeda nyata; (**) berbeda sangat nyata

$$R^2 \text{ Linier} = \frac{JK \text{ Linier}}{JK \text{ Linier} + JK \text{ Acak}} = \frac{1818,23}{1818,23 + 163,02} = 0,92$$

$$R^2 \text{ Kuadratik} = \frac{JK \text{ Kuadratik}}{JK \text{ Kuadratik} + JK \text{ Acak}} = \frac{33,03}{33,03 + 163,02} = 0,17$$

$$R^2 \text{ Kubik} = \frac{JK \text{ Kubik}}{JK \text{ Kubik} + JK \text{ Acak}} = \frac{9,82}{9,82 + 163,02} = 0,06$$

Berdasarkan perhitungan R^2 di atas maka didapatkan hasil tertinggi atau yang paling mendekati satu adalah R^2 linier, sehingga membentuk kurva linier.

$$R \text{ (koefisien determinasi)} = \sqrt{R^2 \text{ linier}} = \sqrt{0,92} = 0,96$$

Persamaan regresi linier dapat diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut :

Perlakuan	X	Y	XY	X ²
A1	6	43,00	261,00	36
A2	6	47,00	284,00	36
A3	6	52,00	314,00	36
A4	6	47,00	284,00	36
B1	7	52,00	364,00	49
B2	7	59,00	410,00	49
B3	7	56,00	389,00	49
B4	7	57,00	397,00	49
C1	8	64,00	509,00	64
C2	8	60,00	480,00	64
C3	8	61,00	490,00	64
C4	8	68,00	541,00	64
D1	9	78,00	705,00	81

D2	9	72,00	650,00	81
D3	9	74,00	669,00	81
D4	9	83,00	746,00	81
Jumlah	120	974,00	7494,00	920
Rata-rata	$\bar{X} = 7,50$	$\bar{Y} = 61,00$		

Keterangan :

X : Perlakuan pH yang digunakan

Y : Hasil yang didapatkan pada tiap perlakuan

\bar{X} : Rata-rata seluruh nilai X

\bar{Y} : Rata-rata seluruh nilai Y

Mencari b_1 :

$$b_1 = \frac{\sum XY - \frac{\sum X \cdot \sum Y}{n}}{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}} = \frac{7494,00 - \frac{120 \cdot 974}{16}}{920 - \frac{(120)^2}{16}} = \frac{190,69}{20} = 9,53$$

$$b_0 = \bar{Y} - (b_1 \cdot \bar{X}) = 61 - (9,53 \cdot 7,50) = 10,65$$

Persamaan linier : $y = b_0 + (b_1 \cdot X)$

$$y = 10,65 + 9,53x$$

$$\text{Untuk } x = 6 \text{ maka } y = 10,65 + 9,53 (6) = 46,56$$

$$x = 7 \text{ maka } y = 10,65 + 9,53 (7) = 56,09$$

$$x = 8 \text{ maka } y = 10,65 + 9,53 (8) = 65,63$$

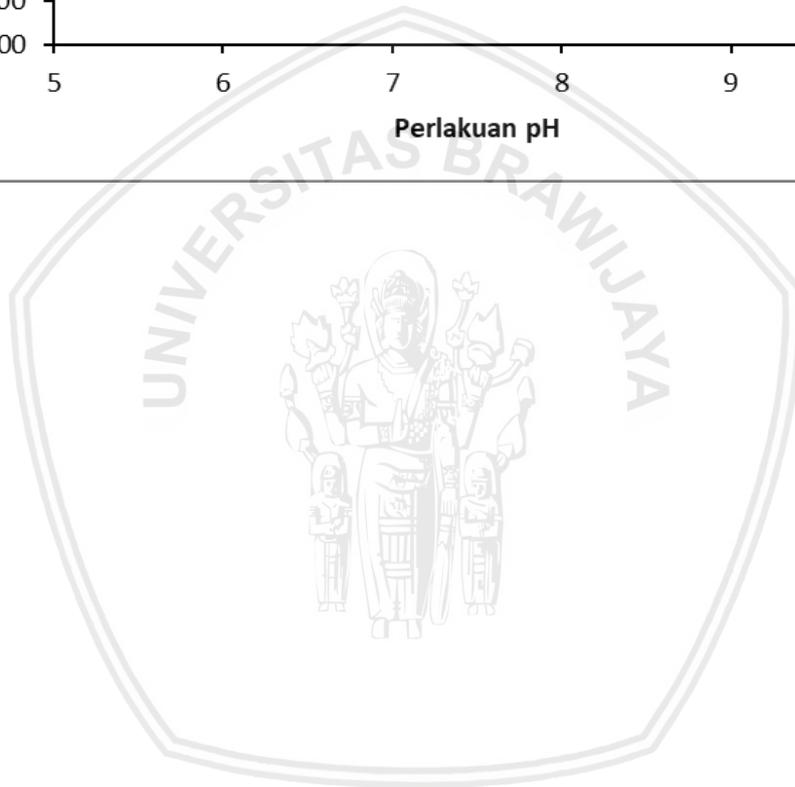
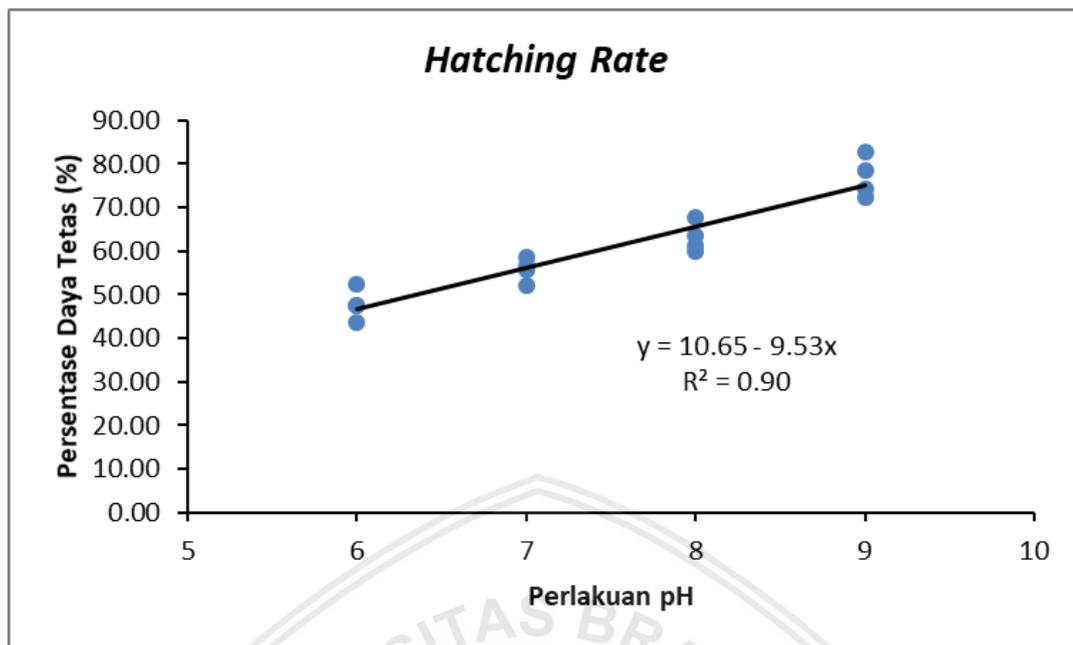
$$x = 9 \text{ maka } y = 10,65 + 9,53 (9) = 75,17$$

Keterangan :

b_1 : Lekukan pada garis regresi

b_0 : Perpotongan garis regresi dengan sumbu Y

Berdasarkan persamaan di atas dapat dibuat kurva regresi pada sebagai berikut :



Lampiran 10. Lanjutan

c. Sintasan Larva Ikan Bader Merah

Perlakuan	Ulangan (%)				Total (%)	Rerata (%)	SD
	1	2	3	4			
A (pH 6)	30,00	33,33	45,45	44,44	153,22	38,31	7,79
B (pH 7)	53,85	58,82	53,33	52,94	218,94	54,74	2,74
C (pH 8)	61,90	61,90	68,42	65,22	257,44	64,36	3,12
D (pH 9)	76,86	76,92	75,86	79,31	307,95	76,99	1,62

Uji Normalitas Data

		Unstandardized Predicted Value
N		16
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	58.5968750
	Std. Deviation	14.51141034
Most Extreme Differences	Absolute	.167
	Positive	.167
	Negative	-.167
Test Statistic		.167
Asymp. Sig. (2-tailed)		.200 ^{c,d}

Test distribution is Normal

Perhitungan :

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{\text{Total}^2}{n \cdot r} = \frac{937,55^2}{4 \cdot 4} = 54937,50$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Kuadrat (JK) Total} &= (A^2)+(A^2)+(A^2)+(A^2)+(B^2)+\dots+(D^2) - \text{FK} \\ &= (30,00^2)+(33,33^2)+(45,45^2)+(44,44^2)+\dots+(79,31^2) - \\ &\quad 54937,50 \\ &= 3434,76 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{\sum A^2 + \sum B^2 + \sum C^2 + \sum D^2}{r} - \text{FK} \\ &= \frac{\sum 153,22^2 + \sum 218,94^2 + \sum 257,44^2 + \sum 307,95^2}{4} - 54937,50 = 3192,41 \end{aligned}$$

$$\text{JK Acak} = \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} = 3434,76 - 3192,41 = 20,20$$

$$\text{Derajat Bebas (db) Total} = (t \cdot r) - 1 = (4 \cdot 4) - 1 = 15$$

$$\text{db Perlakuan} = t - 1 = 4 - 1 = 3$$

$$\text{db Acak} = \text{db Total} - \text{db Perlakuan} = 15 - 3 = 12$$

$$\text{Kuadrat Tengah (KT) Perlakuan} = \frac{\text{JK Perlakuan}}{\text{db Perlakuan}} = \frac{3192,41}{3} = 1064,14$$

$$\text{Kuadrat Tengah (KT) Acak} = \frac{\text{JK Acak}}{\text{db Acak}} = \frac{242,35}{12} = 20,20$$

Tabel Sidik Ragam

Sumber	db	JK	KT	F Hitung	F5%	F1%
Keragaman						
Perlakuan	3	3192,41	1064,14	52,69**	3,49	5,95
Acak	12	242,35	20,20			
Total	15	3434,76				

Keterangan : (ns) = non signifikan = tidak berbeda nyata; (*) = berbeda nyata; (**) = berbeda sangat nyata

Berdasarkan tabel analisis sidik ragam di atas maka dapat diketahui bahwa F hitung lebih besar daripada F tabel 5% dan F tabel 1%, sehingga nilai F hitung berbeda sangat nyata dan dapat dilanjutkan ke uji BNT.

Menghitung Nilai BNT

$$SED = \sqrt{\frac{2 \times KT \text{ Acak}}{\text{ulangan}}} = \sqrt{\frac{2 \times 20,20}{4}} = 3,18$$

$$BNT \ 5\% = t \text{ tabel } 5\% \text{ (db acak)} \times SED = 2,18 \times 3,18 = 6,92$$

$$BNT \ 1\% = t \text{ tabel } 1\% \text{ (db acak)} \times SED = 3,05 \times 3,18 = 9,71$$

Tabel Uji BNT

Perlakuan pada tabel BNT diurutkan dari rata-rata terkecil hingga yang terbesar

Perlakuan	Rerata	A	B	C	D	Notasi
		38,31	54,74	64,36	76,99	
A	38,31	-	-	-	-	a
B	54,74	16,43**	-	-	-	b
C	64,36	26,06**	9,63*	-	-	c
D	76,99	38,68**	22,25**	12,63**	-	d

Keterangan : (ns) non significant (*) = berbeda nyata (**) = berbeda sangat nyata

Berdasarkan tabel uji BNT di atas dapat diurutkan pengaruh perlakuan mulai dari yang berpengaruh sangat nyata hingga dengan yang tidak berpengaruh nyata yaitu **D** → **C** → **B** → **A**

Perhitungan Uji Polinomial Ortogonal

Perlakuan	Hasil (Ti)	Perbandingan (Ci)		
		Linier	Kuadratik	Kubik
P1	153,22	-3	1	-1
P2	218,94	-1	-1	3
P3	257,44	1	-1	-3
P4	307,95	3	1	1
Q= Σ(ci*Ti)		502,69	-15,21	39,23

Hasil Kuadrat	20	4	20
Kr = ($\sum ci^2$)*R	80	16	80
JK = Q ² /KR	3158,72	14,46	19,24
Total JK Regresi	3192,41		

Uji Regresi

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F. Hitung	F5%	F1%
1. Perlakuan	3	3192,41	308,92	7,58		
Linier	1	3158,72	3158,72	156,41**	4,74	9,33
Kuadratik	1	14,46	14,46	0,76 ^{ns}	4,74	9,33
Kubik	1	19,24	19,24	0,95 ^{ns}	4,74	9,33
2. Acak	12	242,35	20,19			
3. Total	15					

Keterangan : (^{ns}) *Non Significant*; (*) berbeda nyata; (**) berbeda sangat nyata

$$R^2 \text{ Linier} = \frac{JK \text{ Linier}}{JK \text{ Linier} + JK \text{ Acak}} = \frac{3158,72}{3158,72 + 242,35} = 0,93$$

$$R^2 \text{ Kuadratik} = \frac{JK \text{ Kuadratik}}{JK \text{ Kuadratik} + JK \text{ Acak}} = \frac{14,46}{14,46 + 242,35} = 0,056$$

$$R^2 \text{ Kubik} = \frac{JK \text{ Kubik}}{JK \text{ Kubik} + JK \text{ Acak}} = \frac{19,24}{19,24 + 242,35} = 0,074$$

Berdasarkan perhitungan R^2 di atas maka didapatkan hasil tertinggi atau yang paling mendekati satu adalah R^2 linier, sehingga membentuk kurva linier.

$$R \text{ (koefisien determinasi)} = \sqrt{R^2 \text{ linier}} = \sqrt{0,93} = 0,96$$

Persamaan regresi linier dapat diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut :

Perlakuan	X	Y	XY	X ²
A1	6	30,00	180,00	36
A2	6	33,00	200,00	36
A3	6	45,00	273,00	36
A4	6	44,00	267,00	36
B1	7	54,00	377,00	49
B2	7	59,00	412,00	49
B3	7	53,00	373,00	49
B4	7	53,00	371,00	49
C1	8	62,00	495,00	64
C2	8	62,00	495,00	64
C3	8	68,00	547,00	64
C4	8	65,00	522,00	64
D1	9	76,00	683,00	81

D2	9	77,00	692,00	81
D3	9	76,00	683,00	81
D4	9	79,00	714,00	81
Jumlah	120	938,00	7283,00	920
Rata-rata	$\bar{X} = 7,50$	59,00		

Keterangan :

X : Perlakuan pH yang digunakan

Y : Hasil yang didapatkan pada tiap perlakuan

\bar{X} : Rata-rata seluruh nilai X

\bar{Y} : Rata-rata seluruh nilai Y

Mencari b_1 :

$$b_1 = \frac{\sum XY - \frac{\sum X \cdot \sum Y}{n}}{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}} = \frac{7283,00 - \frac{120 \cdot 938,00}{16}}{920 - \frac{(120)^2}{16}} = \frac{251,34}{20} = 12,57$$

$$b_0 = \bar{Y} - (b_1 \cdot \bar{X}) = 59,00 - (12,57 \cdot 7,50) = 35,65$$

Persamaan linier : $y = b_0 + (b_1 \cdot X)$

$$y = 35,65 + 12,57 \cdot x$$

$$\text{Untuk } x = 6 \text{ maka } y = 35,65 + 12,57 (6) = 39,74$$

$$x = 7 \text{ maka } y = 35,65 + 12,57 (7) = 52,32$$

$$x = 8 \text{ maka } y = 35,65 + 12,57 (8) = 64,88$$

$$x = 9 \text{ maka } y = 35,65 + 12,57 (9) = 77,45$$

Keterangan :

b_1 : Lekukan pada garis regresi

b_0 : Perpotongan garis regresi dengan sumbu Y

Berdasarkan persamaan di atas dapat dibuat kurva regresi pada sebagai berikut :

