

**PENGARUH SUHU YANG BERBEDA TERHADAP DERAJAT PEMBUAHAN,  
PERKEMBANGAN EMBRIO, DAYA TETAS TELUR DAN SINTASAN LARVA  
IKAN UCENG (*Nemacheilus fasciatus*)**

**SKRIPSI**

Oleh :

**KARAHANI LAILIA RAHMAN  
NIM. 155080500111052**



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

**PENGARUH SUHU YANG BERBEDA TERHADAP DERAJAT PEMBUAHAN,  
PERKEMBANGAN EMBRIO, DAYA TETAS TELUR DAN SINTASAN LARVA  
IKAN UCENG (*Nemacheilus fasciatus*)**

**SKRIPSI**

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

Oleh :

**KARAHANI LAILIA RAHMAN  
NIM. 155080500111052**



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

SKRIPSI

PENGARUH SUHU YANG BERBEDA TERHADAP DERAJAT PEMBUAHAN,  
PERKEMBANGAN EMBRIO, DAYA TETAS TELUR DAN SINTASAN LARVA  
IKAN UCENG (*Nemachellus fasciatus*)

Oleh :


KARAHANI LAILIA RAHMAN  
NIM. 155080500111052

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 Suhu yang Berbeda terhadap Derajat Pematangan, Perkembangan Embrio, Daya Tetas Telur dan Sintasan Larva Ikan Uceng (*Nemacheilus fasciatus*)

Nama Mahasiswa : Karahani Lailia Rahman

NIM : 155080500111052

Program Studi : Budidaya Perairan

### PENGUJI PEMBIMBING

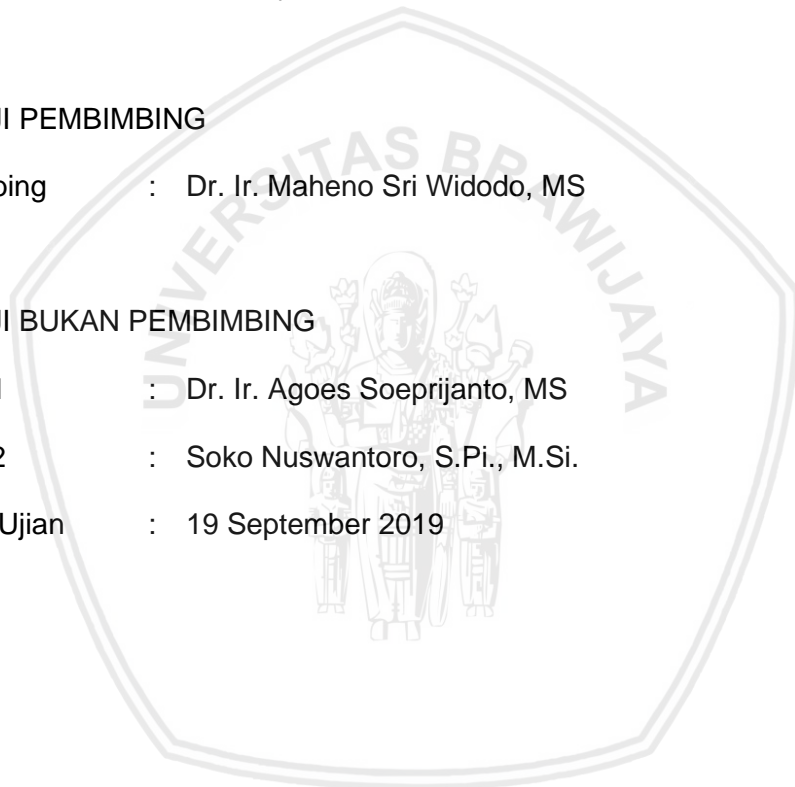
Pembimbing : Dr. Ir. Maheno Sri Widodo, MS

### PENGUJI BUKAN PEMBIMBING

Penguji 1 : Dr. Ir. Agoes Soeprijanto, MS

Penguji 2 : Soko Nuswantoro, S.Pi., M.Si.

Tanggal Ujian : 19 September 2019



## UCAPAN TERIMA KASIH

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

- Bapak Arif Rochman dan Ibu Mudriati selaku orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan baik moral maupun finansial.
- Bapak Dr. Ir. Maheno Sri Widodo, MS selaku dosen pembimbing yang telah memberikan saran dan bimbingan bagi penulis sehingga dapat menyelesaikan penelitian dengan baik.
- Bapak Dr. Ir. Agoes Soeprijanto, MS dan Bapak Soko Nuswantoro, S.Pi., M.Si. selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun.
- Ibu Ir. Titik Shofiyah selaku kepala UPT Laboratorium Kesehatan Ikan dan Lingkungan Pasuruan yang telah memberikan izin penulis untuk melakukan penelitian di UPT Laboratorium Kesehatan Ikan dan Lingkungan Pasuruan.
- Bapak Arif Sisbiantoro, A.Md., Bapak Sani, Bapak Mito dan Mas Daus selaku pembimbing lapangan yang telah memberikan ilmu dan wawasan.
- Teman-teman tim penelitian yang banyak membantu dalam kegiatan penelitian.
- Semua pihak yang telah banyak membantu penulis selama pembuatan laporan skripsi.

Malang, September 2019

Penulis

## KATA PENGANTAR

Penulis menyajikan laporan skripsi yang berjudul “Pengaruh Suhu yang Berbeda Terhadap Derajat Pembuahan, Perkembangan Embrio, Daya Tetas Telur dan Sintasan Larva Ikan Uceng (*Nemacheilus fasciatus*)” sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana perikanan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya di bawah bimbingan dosen Dr. Ir. Maheno Sri Widodo, MS.

Hasil penelitian mengenai perlakuan suhu yang berbeda terhadap perkembangan embrio dan sintasan larva ikan uceng diharapkan dapat dijadikan informasi bagi pembudidaya dan masyarakat umum, khususnya budidaya ikan uceng di air tawar. Kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan dan kesempurnaan laporan, sehingga tulisan ini dapat bermanfaat dan dapat memberikan informasi bagi semua pihak yang membutuhkan.

Malang, September 2019

Penulis

## RINGKASAN

**Karahani Lailia Rahman.** Pengaruh Suhu yang Berbeda terhadap Derajat Pembuahan, Perkembangan Embrio, Daya Tetas Telur dan Sintasan Larva Ikan Uceng (*Nemacheilus fasciatus*) (dibawah bimbingan **Dr. Ir. Maheno Sri Widodo, MS**)

---

Ikan uceng (*Nemacheilus fasciatus*) merupakan ikan lokal Indonesia yang tersebar di wilayah Jawa, salah satunya di wilayah Pasuruan. Ikan ini hidup di perairan mengalir seperti sungai dengan substrat berupa pasir atau kerikil. Masyarakat setempat biasa memanfaatkan ikan uceng sebagai ikan konsumsi karena mengandung asam lemak tidak jenuh, berkalori tinggi, mengandung DHA-EPA (*Decosa Hexaenoat Acid - Eicosa Pentaenoat Acid*) yang baik untuk kesehatan manusia. Kondisi tersebut menyebabkan ikan uceng banyak diminati, namun keberadaan ikan tersebut di perairan umum semakin jarang ditemukan, hal ini dikarenakan banyaknya kegiatan penangkapan ikan uceng dan kualitas air sungai yang semakin menurun. Kegiatan budidaya ikan uceng perlu dilakukan untuk menjaga kelestarian ikan tersebut. Pengetahuan dan informasi mengenai aspek reproduksi merupakan salah satu faktor yang menunjang kegiatan budidaya ikan uceng, tetapi penelitian mengenai reproduksi ikan tersebut masih jarang dilakukan. Aspek reproduksi yang perlu diketahui dari ikan uceng salah satunya adalah tentang derajat pembuahan, perkembangan embrio, daya tetas telur dan sintasan larva. Aspek reproduksi tersebut dipengaruhi oleh kualitas air, salah satunya adalah suhu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbedaan suhu dan mengetahui suhu yang optimal untuk derajat pembuahan, perkembangan embrio, daya tetas telur dan sintasan larva ikan uceng sehingga dapat diterapkan pada pembudidayaan ikan uceng.

Penelitian dilaksanakan di UPT Laboratorium Kesehatan Ikan dan Lingkungan Pasuruan, Desa Sidepan, Kecamatan Winongan, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur pada bulan Januari hingga Mei 2019. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode RAL (Rancangan Acak Lengkap) petak terpisah dengan 4 perlakuan suhu yaitu A (23°C), B (25°C), C (27°C) dan D (29°C) dan 4 kali pengulangan. Parameter utama yang diuji adalah derajat pembuahan, perkembangan embrio, daya tetas telur dan sintasan larva ikan uceng, sedangkan parameter penunjang antara lain denyut jantung, konsumsi oksigen terlarut selama perkembangan embrio dan kualitas air. Data yang diperoleh diuji menggunakan analisis sidik ragam, uji BNT dan *polynomial orthogonal*.

Hasil yang didapatkan dari penelitian mengenai pengaruh suhu yang berbeda terhadap derajat pembuahan, perkembangan embrio, daya tetas telur dan sintasan larva ikan uceng memberikan pengaruh berbeda sangat nyata terhadap derajat pembuahan dengan hasil persentase terbaik pada perlakuan A yaitu 97,50%. Pada daya tetas telur memberikan pengaruh berbeda sangat nyata dengan hasil terbaik pada perlakuan D yaitu sebesar 84,70%, dan pada sintasan larva memberikan pengaruh berbeda sangat nyata dengan hasil terbaik pada perlakuan D yaitu sebesar 66,32%.

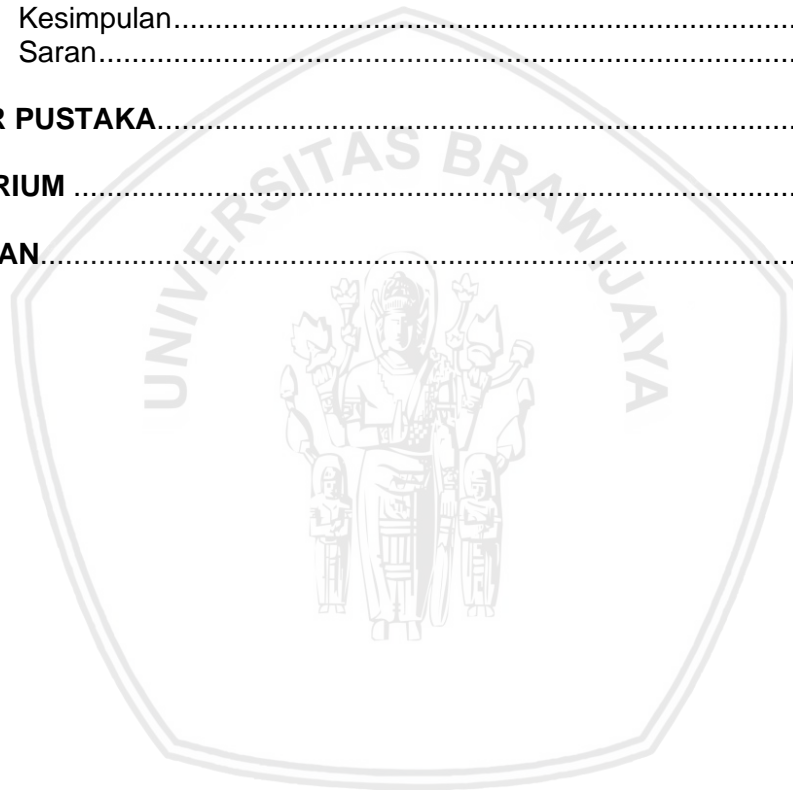
Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah pemberian perlakuan suhu dapat mempengaruhi tinggi rendahnya derajat pembuahan, perkembangan embrio, daya tetas telur dan sintasan larva ikan uceng. Saran yang dapat diberikan yakni untuk lebih mengontrol kualitas air agar tidak ada jamur yang menginfeksi telur maupun larva.

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>UCAPAN TERIMA KASIH</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xi
<b>1. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan .....	3
1.4 Hipotesis.....	3
1.5 Kegunaan .....	3
1.6 Tempat dan Waktu Pelaksanaan .....	4
<b>2. TINJUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1 Biologi Ikan Uceng ( <i>Nemacheilus fasciatus</i> ) .....	5
2.1.1 Klasifikasi.....	5
2.1.2 Morfologi .....	5
2.1.3 Habitat .....	6
2.2 Pemijahan .....	7
2.3 Derajat Pembuahan.....	8
2.4 Perkembangan Embrio .....	8
2.5 Daya Tetas Telur .....	14
2.6 Sintasan Larva.....	14
2.7 Kualitas Air .....	15
<b>3. METODE PENELITIAN</b> .....	18
3.1 Alat dan Bahan Penelitian.....	18
3.1.1 Alat .....	18
3.1.2 Bahan .....	19
3.2 Metode Penelitian .....	19
3.3 Rancangan Penelitian.....	20
3.4 Prosedur Penelitian .....	21
3.4.1 Persiapan Wadah Pemijahan Induk .....	21
3.4.2 Persiapan Wadah Penetasan.....	21
3.4.3 Seleksi Induk .....	21
3.4.4 Proses Pemijahan.....	22
3.4.5 Penetasan Telur.....	22
3.5 Parameter Uji.....	23



3.5.1	Parameter Utama.....	23
3.5.2	Parameter Penunjang .....	25
3.6	Analisis Data.....	26
<b>4.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>28</b>
4.1	Derajat Pembuahan Telur Ikan Uceng.....	28
4.2	Perkembangan Embrio .....	31
4.3	Daya Tetas Telur Ikan Uceng .....	36
4.4	Sintasan Larva Ikan Uceng.....	40
4.5	Denyut Jantung Embrio Ikan Uceng .....	45
4.6	Kebutuhan Oksigen untuk Perkembangan Embrio .....	47
4.7	Kualitas Air .....	50
<b>5.</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>52</b>
5.1	Kesimpulan.....	52
5.2	Saran.....	52
	<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>54</b>
	<b>GLOSARIUM .....</b>	<b>60</b>
	<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>65</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Ikan Uceng ( <i>Nemacheilus fasciatus</i> ).....	5
2. Ikan Uceng Jantan dan Betina.....	6
3. Fase <i>Cleavage</i> .....	9
4. Fase Morula .....	9
5. Fase Blastula .....	11
6. Fase Gastrula .....	11
7. Fase Neurula.....	12
8. Fase Organogenesis .....	13
9. Fase Penetasan .....	13
10. Denah Penelitian .....	20
11. Diagram Batang Derajat Pembuahan Telur Ikan Uceng .....	29
12. Diagram Batang Daya Tetas Telur Ikan Uceng.....	37
13. Kurva Regresi Daya Tetas Telur Ikan Uceng.....	39
14. Diagram Batang Sintasan Larva Ikan Uceng .....	42
15. Kurva Regresi Sintasan Larva Ikan Uceng .....	44
16. Diagram Batang Denyut Jantung Embrio Ikan Uceng .....	46
17. Diagram Batang Kebutuhan Oksigen Perkembangan Embrio Ikan Uceng... ..	48

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1. Alat Penelitian.....	18
2. Bahan Penelitian .....	19
3. Data Persentase Derajat Pembuahan Telur Ikan Uceng .....	28
4. Analisis Variasi Derajat Pembuahan Telur Ikan Uceng .....	28
5. Proses Perkembangan Embrio Ikan Uceng .....	32
6. Akumulasi Waktu Perkembangan Embrio Ikan Uceng.....	36
7. Data Persentase Daya Tetas Telur Ikan Uceng .....	37
8. Analisis Variasi Daya Tetas Telur Ikan Uceng .....	37
9. Analisis Sidik Ragam Daya Tetas Telur Ikan Uceng .....	38
10. Uji BNT Daya Tetas Telur Ikan Uceng.....	38
11. Data Persentase Sintasan Larva Ikan Uceng.....	41
12. Analisis Variasi Sintasan Larva Ikan Uceng.....	41
13. Analisis Sidik Ragam Sintasan Larva Ikan Uceng.....	42
14. Uji BNT Sintasan Larva Ikan Uceng.....	43
15. Denyut Jantung Embrio Ikan Uceng .....	46
16. Analisis Variasi Denyut Jantung Embrio Ikan Uceng.....	41
17. Kebutuhan Oksigen untuk Perkembangan Embrio Ikan Uceng.....	48
18. Analisis Variasi Kebutuhan Oksigen Perkembangan Embrio .....	48
19. Analisis Sidik Ragam Kebutuhan Oksigen Perkembangan Embrio .....	49
20. Data Kualitas Air Penetasan Ikan Uceng .....	50

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Diagram Alir Penelitian .....	65
2. Skema Kerja Penelitian .....	66
3. Dokumentas Alat dan Bahan .....	71
4. Data Derajat Pembuahan Telur Ikan Uceng.....	74
5. Data Akumulasi Waktu Penetasan Embrio Ikan Uceng.....	75
6. Data Daya Tetas Telur Ikan Uceng.....	76
7. Data Sintasan Larva Ikan Uceng .....	77
8. Data Kebutuhan Oksigen untuk Perkembangan Embrio Ikan Uceng .....	78
9. Data Kualitas Air Pemeliharaan Larva Ikan Uceng .....	79
10. Perhitungan Rancangan Acak Lengkap (RAL).....	85

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Ikan uceng (*Nemacheilus fasciatus*) merupakan ikan lokal Indonesia yang tersebar di wilayah Jawa, salah satunya di wilayah Pasuruan. Ikan ini hidup di perairan mengalir seperti sungai dengan substrat berupa pasir atau kerikil. Masyarakat setempat biasa memanfaatkan ikan uceng sebagai ikan konsumsi dan ikan hias (Sinaga, 1995). Menurut Sitanggung (2014), ikan uceng sangat digemari sebagai ikan konsumsi karena mengandung asam lemak tidak jenuh, berkalori tinggi, mengandung DHA-EPA (*Decosa Hexaenoat Acid - Eicosa Pentaenoat Acid*) yang baik untuk kesehatan. Kandungan gizi yang tinggi menyebabkan ikan uceng memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi di pasar, yaitu sekitar Rp.40.000-50.000 per kg. Kondisi tersebut menyebabkan ikan uceng banyak diminati, namun keberadaan ikan tersebut di perairan umum semakin jarang ditemukan, hal ini dikarenakan banyaknya kegiatan penangkapan ikan uceng dan kualitas air sungai yang semakin menurun.

Ikan uceng merupakan jenis ikan liar yang memiliki potensi untuk dikembangkan. Ikan uceng dapat hidup dalam kondisi kandungan oksigen terlarut rendah dan kekeruhan air tinggi. Ikan uceng biasa ditemukan di bebatuan dengan aliran air yang cukup deras (Sinaga, 1995).

Kegiatan budidaya ikan uceng perlu dilakukan untuk menjaga kelestarian ikan tersebut. Pengetahuan dan informasi mengenai aspek reproduksi merupakan salah satu faktor yang menunjang kegiatan budidaya ikan uceng, tetapi penelitian mengenai reproduksi ikan tersebut masih jarang dilakukan. Aspek reproduksi yang perlu diketahui dari ikan uceng antara lain adalah tentang derajat pembuahan, perkembangan embrio, daya tetas telur dan sintasan larva. Berdasarkan Nuraini, *et al.* (2013), derajat pembuahan dipengaruhi oleh kualitas

telur, spermatozoa dan suhu media pembuahan. Suhu media pembuahan yang tidak sesuai dapat merusak spermatozoa sehingga tidak mampu membuahi sel telur.

Perkembangan embrio dapat mempengaruhi kualitas benih yang dihasilkan. Faktor yang mempengaruhi perkembangan embrio adalah kualitas air, salah satunya suhu. Suhu rendah menyebabkan enzim *chorionase* tidak bekerja dengan baik pada kulit telur dan menyebabkan embrio membutuhkan waktu lama untuk melarutkan kulit telur, sehingga telur akan menetas lebih lama. Sebaliknya suhu tinggi menyebabkan penetasan prematur sehingga larva yang menetas kelangsungan hidupnya rendah (Nugraha, *et al.*, 2012).

Stadia larva merupakan fase dalam daur hidup ikan yang paling rentan terhadap kematian. Berdasarkan Asma, *et al.* (2016), suhu air yang kurang optimal bagi larva dapat menyebabkan abnormalitas hingga kematian. Hal ini dikarenakan suhu mempengaruhi metabolisme tubuh. Berdasarkan Yusriah dan Kuswytasari (2013), metabolisme merupakan reaksi kimia yang melibatkan aktivitas enzim. Enzim bekerja dalam rentang suhu tertentu. Suhu yang terlalu tinggi dapat menurunkan aktivitas enzim karena enzim mengalami denaturasi dan mematikan aktivitas katalisnya. Enzim mengalami perubahan bentuk pada suhu yang terlalu tinggi, sehingga substrat akan terhambat saat memasuki sisi aktif enzim. Hal tersebut menyebabkan aktivitas enzim menurun yang kemudian berpengaruh pada metabolisme.

Berdasarkan latar belakang di atas perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui suhu yang optimal pada saat inkubasi telur, serta mengetahui pengaruh suhu terhadap perkembangan embrio, daya tetas telur hingga sintasan larva ikan uceng. Tujuan dilakukan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh suhu yang berbeda terhadap perkembangan embrio dan sintasan larva ikan uceng.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, didapatkan rumusan masalah sebagai berikut :

- a. Bagaimana pengaruh suhu yang berbeda terhadap derajat pembuahan, perkembangan embrio, daya tetas telur dan sintasan larva ikan uceng?
- b. Bagaimana suhu yang optimal untuk derajat pembuahan, perkembangan embrio, daya tetas telur dan sintasan larva ikan uceng?

## 1.3 Tujuan

Penelitian mengenai pengaruh perbedaan suhu terhadap derajat pembuahan, perkembangan embrio, daya tetas telur dan sintasan larva ikan uceng bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbedaan suhu dan mengetahui suhu yang optimal untuk derajat pembuahan, perkembangan embrio, daya tetas telur dan sintasan larva ikan uceng sehingga dapat diterapkan pada pembudidaya ikan uceng.

## 1.4 Hipotesis

Hipotesis penelitian terdiri dari  $H_0$  dan  $H_1$  yang menyatakan bahwa :

$H_0$  : Diduga suhu yang berbeda tidak berpengaruh terhadap derajat pembuahan, perkembangan embrio, daya tetas telur dan sintasan larva ikan uceng.

$H_1$  : Diduga suhu yang berbeda berpengaruh terhadap derajat pembuahan, perkembangan embrio, daya tetas telur dan sintasan larva ikan uceng.

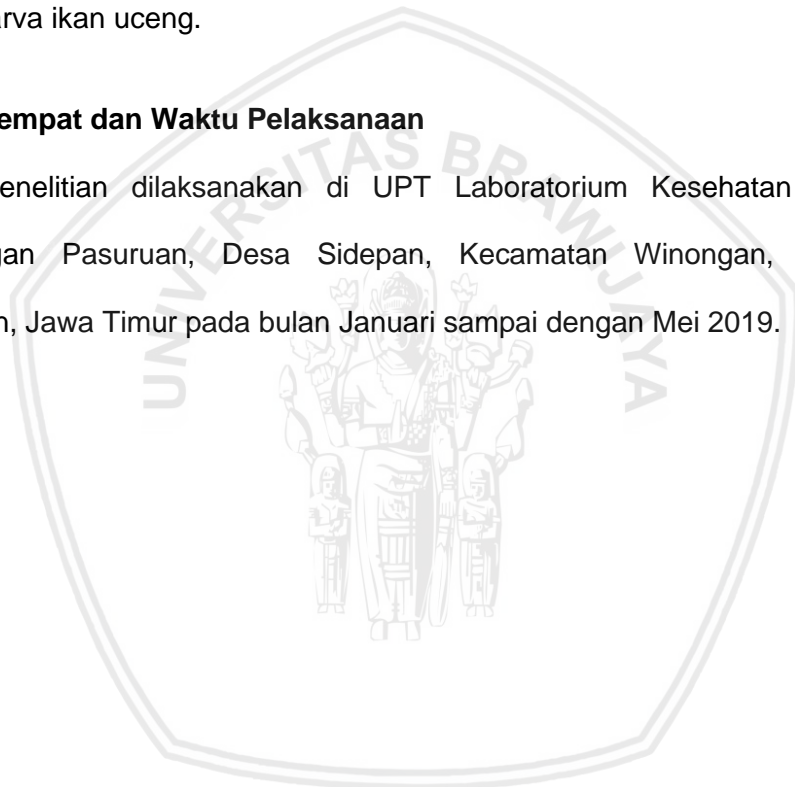
## 1.5 Kegunaan

Kegunaan penelitian mengenai pengaruh perbedaan suhu terhadap derajat pembuahan, perkembangan embrio, daya tetas telur dan sintasan larva ikan uceng antara lain sebagai berikut:

- 1) Dapat mengetahui informasi tentang suhu yang tepat untuk derajat pematangan ikan uceng.
- 2) Dapat mengetahui informasi tentang suhu yang tepat untuk perkembangan embrio ikan uceng.
- 3) Dapat mengetahui informasi tentang suhu yang tepat untuk daya tetas telur ikan uceng.
- 4) Dapat mengetahui informasi tentang suhu yang tepat untuk kehidupan larva ikan uceng.

#### **1.6 Tempat dan Waktu Pelaksanaan**

Penelitian dilaksanakan di UPT Laboratorium Kesehatan Ikan dan Lingkungan Pasuruan, Desa Sidepan, Kecamatan Winongan, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur pada bulan Januari sampai dengan Mei 2019.





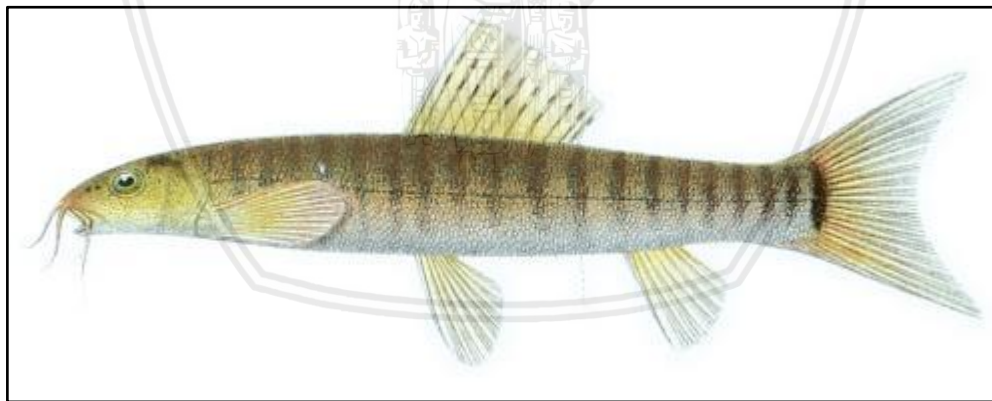
## 2. TINJUAN PUSTAKA

### 2.1 Biologi Ikan Uceng (*Nemacheilus fasciatus*)

#### 2.1.1 Klasifikasi

Ikan uceng merupakan ikan lokal Indonesia yang biasa dimanfaatkan sebagai ikan konsumsi. Klasifikasi ikan uceng (Gambar 1) berdasarkan Cuvier dan Valenciennes (1846) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Chordata
Kelas	: Actinopterygii
Ordo	: Cypriniformes
Famili	: Nemacheilidae
Genus	: <i>Nemacheilus</i>
Spesies	: <i>Nemacheilus fasciatus</i>



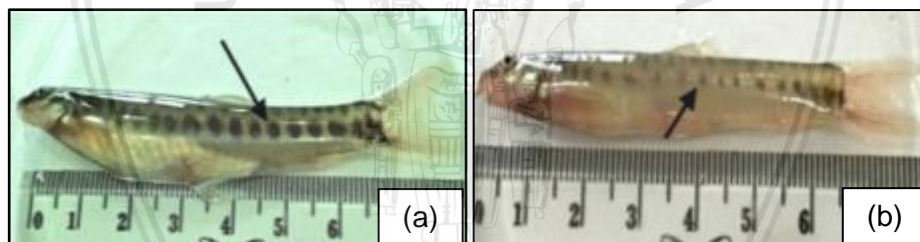
**Gambar 1.** Ikan uceng (*Nemacheilus fasciatus*) (Bleeker, 2012)

#### 2.1.2 Morfologi

Tubuh ikan uceng berbentuk memanjang seperti torpedo, dengan bagian anterior sedikit rapat dan sirip kaudal yang memanjang. Terdapat corak berupa garis berwarna kehitaman di sepanjang tubuhnya. Panjang tubuh ikan uceng pada umumnya berkisar 5,8 – 7,4 cm. Sirip dorsal berbentuk melengkung dengan 4 sirip keras dan 9 sirip lunak. Seluruh tubuh ikan uceng tertutup sisik,

kecuali pada pangkal pektoral. Garis gurat memiliki pori-pori sebanyak 90-102. Ikan uceng memiliki dua pasang barbel di sekitar mulutnya (Bohlen and Slechtova, 2011).

Ikan uceng memiliki sirip dorsal yang agak pendek dengan 7 atau cabang. Ikan ini memiliki bola mata berwarna hitam, kedua lubang hidung cukup berdekatan, bibir agak tebal dan terdapat sepasang barbel di bibir bagian atas. Berdasarkan Prakoso, *et al.*, (2017), ikan uceng betina (Gambar 2a) memiliki ciri yaitu terdapat bintik hitam (panah hitam pada Gambar 2) pada tubuhnya, bintik ini akan terlihat semakin jelas ketika mulai matang gonad. Ikan uceng jantan (Gambar 2b) juga memiliki bintik hitam di tubuhnya, tetapi ketika matang gonad bintik tersebut sedikit memudar. Ukuran ikan uceng betina yang matang gonad berkisar 7-8 cm, sedangkan pada ikan jantan berkisar 7-7,5 cm. Ikan uceng jantan dan betina disajikan pada Gambar 2a dan 2b



**Gambar 2.** (a) Ikan uceng jantan; (b) Ikan uceng betina (Prakoso, *et al.*, 2017)

### 2.1.3 Habitat

Ikan uceng adalah ikan air tawar yang hidup secara liar di sungai yang berarus agak deras dan berbatu. Dasar bebatuan dimanfaatkan ikan uceng sebagai tempat perlindungan dan berkembang biak. Habitat ikan uceng tersebar di perairan Sumatera, Jawa dan Malaysia. Ikan uceng dapat hidup pada perairan dengan kandungan oksigen terlarut rendah dan kekeruhan tinggi Sinaga (1995). Berdasarkan Ath-thar, *et al.*, (2018), ikan uceng yang ditemukan di Kabupaten Bogor hidup pada perairan dengan suhu berkisar 23-30°C, oksigen terlarut 3,5-7,5 mg/L, pH 5-6,5 dan kadar ammonia berkisar 0,246-0,452 mg/L.

Berdasarkan pendapat Haryono (2017), ikan uceng memiliki kemampuan beradaptasi yang tinggi terhadap kondisi lingkungan ekstrim. Ikan ini dapat hidup dan berkembang biak pada sungai berarus sedang dan dasar berbatu. Bentuk tubuh ikan uceng yang menyerupai torpedo memudahkan untuk melawan aliran air yang deras. Lingkungan sekitar habitat ikan uceng biasanya area persawahan dan hutan. Kondisi lingkungan tersebut mempengaruhi transfer materi organik dan nutrisi dari lingkungan sekitar ke badan air sungai, materi organik dan nutrisi tersebut mempengaruhi kehidupan ikan uceng sehingga dapat hidup dan berkembang biak dengan baik.

## 2.2 Pemijahan

Pemijahan pada ikan terjadi ketika induk jantan mengeluarkan sel sperma yang akan membuahi sel telur yang dikeluarkan oleh induk betina. Pemijahan bertujuan untuk menghasilkan benih dengan kualitas dan kuantitas yang baik. Pemijahan pada ikan dapat dilakukan secara buatan dan alami yang dapat dipercepat dengan pemberian rangsangan berupa manipulasi lingkungan. Faktor yang mempengaruhi pemijahan ada dua, yaitu faktor internal dan eksternal. Faktor internal antara lain jenis ikan, umur ikan dan kematangan gonad ikan, sedangkan faktor eksternal antara lain kondisi lingkungan seperti suhu, pH, oksigen terlarut, ketersediaan pakan, serta lawan jenis (Sinjal, 2014).

Ikan uceng di alam memijah pada bulan Mei hingga Juni, dan sedikit dari ikan tersebut memijah di bulan Juli. Berdasarkan Symly (1995), ikan uceng yang memijah di bulan Juli biasanya mengalami kegagalan dalam membuahi, dimana telur yang dihasilkan akan lemah dan sedikit membengkak. Usia ikan untuk siap memijah tergantung pada ukuran tubuhnya. Ikan yang menetas pada bulan Desember akan berukuran kurang dari 5,0 cm pada musim pemijahan, sedangkan ikan yang menetas pada bulan April akan berukuran 5,5 cm pada

musim pemijahan. Ikan uceng tidak aktif pada siang hari dan hanya berlindung di bawah bebatuan dasar sungai, pemijahan ikan ini juga berlangsung pada malam hari atau pada hari yang gelap. Tingkah laku pemijahan ikan ini belum banyak diobservasi, tetapi beberapa spesies dari genus *Nemacheilus* menggosok punggungnya ke batu sebelum melakukan perkawinan.

### 2.3 Derajat Pembuahan

Derajat pembuahan merupakan persentase telur yang terbuahi dibandingkan jumlah telur yang ditebar (Effendie, 1979). Menurut Nuraini, *et al.* (2013), derajat pembuahan pada ikan dipengaruhi oleh kualitas telur dan spermatozoa, serta media pembuahan. Telur yang ditebar di air akan cepat mengembang dan mempercepat penutupan lubang mikrofil. Suhu air media juga berpengaruh terhadap derajat pembuahan karena suhu yang terlalu tinggi dapat merusak spermatozoa.

Waktu yang diperlukan spermatozoa untuk membuahi sel telur sangat singkat. Mikrofil memerlukan waktu untuk menutup yaitu sekitar 45-60 detik. Air media yang terlalu banyak menyebabkan beberapa spermatozoa tidak bisa mencapai lubang mikrofil, sedangkan air yang terlalu sedikit menyebabkan mikrofil tertutup dan spermatozoa tidak dapat membuahi telur (I'tishom, 2008).

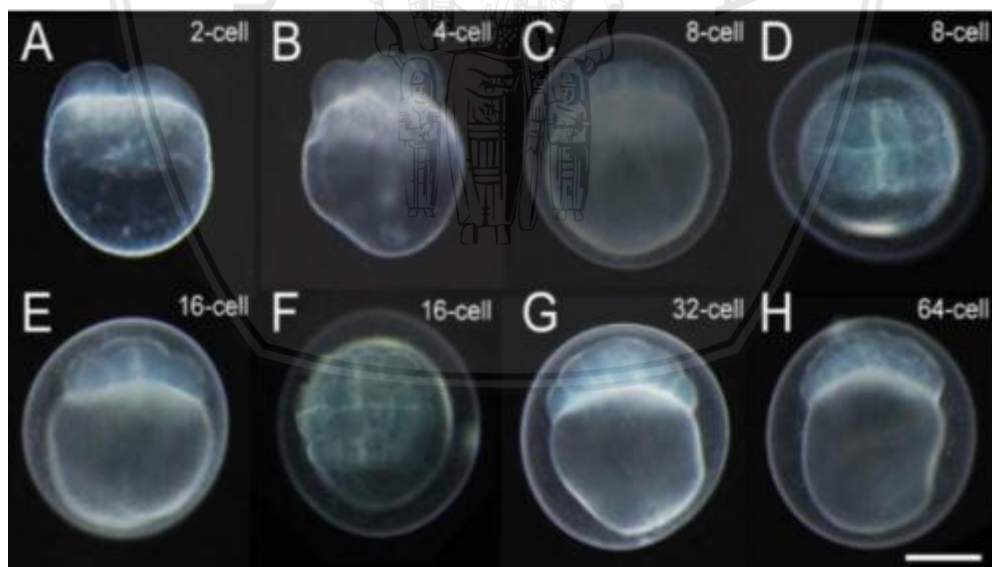
### 2.4 Perkembangan Embrio

Perkembangan embrio adalah proses pembentukan dan perkembangan embrio mulai dari sel telur dibuahi hingga menetas. Telur yang terbuahi berkembang dan membentuk rongga perivitelin, rongga ini memisahkan telur dari membran luar. Tahap perkembangan embrio berawal dari fase *cleavage* atau pembelahan sel awal, kemudian diikuti tahap pembelahan selanjutnya yaitu morula, blastula, gastrula, neurula, organogenesis hingga menetas menjadi larva

awal (Ardhardiansyah, *et al.*, 2017). Tahap perkembangan embrio pada ikan uceng dijelaskan sebagai berikut.

**a. Pembelahan Sel Awal (*Cleavage*)**

*Cleavage* adalah pembelahan pertama yang ditandai dengan terbentuknya blastomer dan terdapat butiran minyak pada sisi telur antara kutub anima dan kutub vegetatif (Iswanto dan Tahapari, 2011). Menurut Adhardiansyah, *et al.* (2017), selama fase *cleavage* terdapat beberapa tahap pembelahan yaitu pembelahan I satu blastomer menjadi dua blastomer yang membutuhkan waktu 35 menit setelah fertilisasi. Pembelahan II menjadi empat blastomer (45 menit setelah fertilisasi), pembelahan III menjadi 8 blastomer (60 menit setelah fertilisasi), pembelahan IV menjadi 16 blastomer (78 menit setelah fertilisasi) dan pembelahan V menjadi 32 blastomer (90 menit setelah fertilisasi). Fase *cleavage* disajikan pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Fase *cleavage* pembelahan 2 sel sampai dengan 64 sel (Tsai, *et al.*, 2013)

**b. Morula**

Morula merupakan pembelahan sel secara mitosis yang menghasilkan jumlah sel dua kali lipat sehingga terlihat bergerombol dan lebih padat dibandingkan kuning telur. Selama fase morula, blastomer mulai bergerak ke

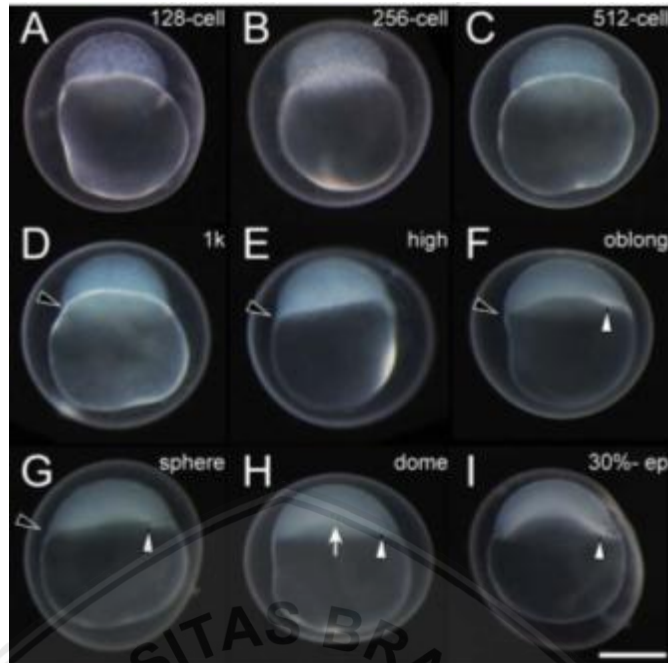
bawah melingkupi kuning telur (Nur, *et al.*, 2009). Menurut Adhardiansyah, *et al.* (2017), pada fase morula blastomer akan memadat menjadi blastoderm pada kutub anima. Pembelahan sel pada fase morula berlangsung cepat dan selama fase morula zona pleusida (lapisan glikoprotein ekstra seluler untuk inisiasi interaksi antara sel sperma dengan sel telur) tetap utuh sehingga ukuran morula hampir sama dengan ukuran zigot. Morula awal terdiri dari pembelahan 32 sel menjadi 64 sel, kemudian 64 sel menjadi 128 sel. Morula akhir terjadi 225 menit setelah fertilisasi. Fase morula disajikan pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Fase morula (64 sel) (Tsai, *et al.*, 2013)

### c. Blastula

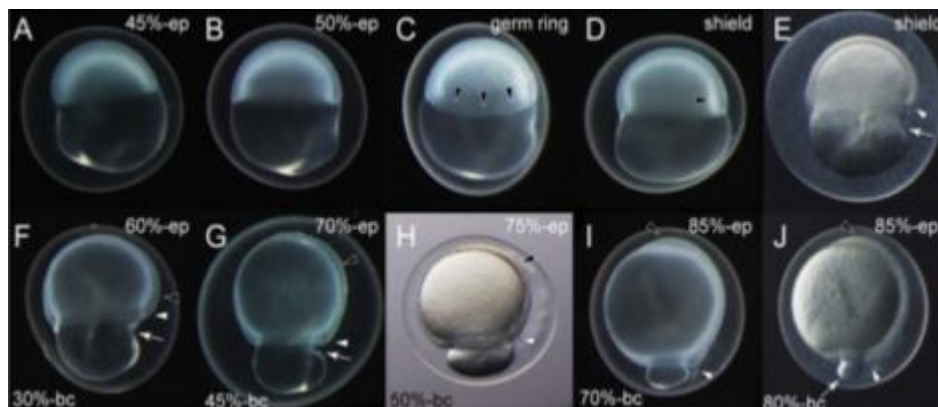
Blastulasi adalah proses perkembangan sel yang menghasilkan blastula (sel-sel blastoderm) yang melingkupi setengah bagian kuning telur dan membentuk cincin germinal, dimana sebagian kuning telur masih belum tertutup oleh blastoderm (Iswanto dan Tahapari, 2011). Berdasarkan Adhardiansyah, *et al.* (2017), selama fase blastula, blastomer membelah beberapa kali menjadi blastomer-blastomer yang berukuran semakin kecil. Hal ini menyebabkan rongga pada fase morula yang dipadati blastomer menjadi kosong (blastosol) yang dilingkupi blastoderm dan terdapat *epiblast* pada sisi luar. Blastosol dan blastoderm dipisahkan oleh *hypoblast primer*. Fase blastula disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Fase blastula (Tsai, *et al.*, 2013)

d. **Gastrula**

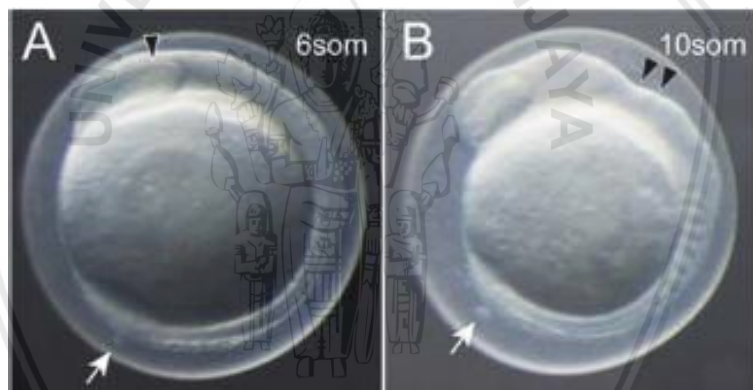
Fase gastrula (Gambar 6) ditandai dengan terbentuknya *epiboly* mulai dari 45% hingga 95% dan cincin germinal. Blastoderm pada fase ini menutupi hampir seluruh kuning telur, adapun bagian dari kuning telur yang tidak tertutupi blastoderm disebut dengan blastopor. Jaringan luar embrio terus mengalami perkembangan hingga mengelilingi kuning telur. Kuning telur yang telah tertutupi jaringan kemudian terbentuk perisai embrio (*shield*). Perisai embrio yang berada pada kutub anima akan berkembang menjadi tulang belakang. Waktu terjadinya fase gastrula berbeda-beda setiap jenis ikan (Redha, *et al.*, 2017).



Gambar 6. Fase gastrula (Tsai, *et al.*, 2013)

### e. Neurula

Calon embrio terbentuk pada fase neurula (Gambar 7). Perkembangan embrio awal dimulai setelah embrio membentuk seperti huruf C. Bakal mata terbentuk pada fase ini dan tulang punggung mulai terlihat (Nugraha, *et al.*, 2012). Selama fase neurula terjadi perbedaan struktural dan fungsional pembentukan awal jaringan organ yang berhubungan dengan kerja motorik pada bagian anterior ikan. Fase neurula ditandai dengan penebalan lapisan ektoderm hingga munculnya *neural plate*. *Neural plate* kemudian mengalami lipatan menjadi *notochord* atau tali saraf dorsal, pada dorsal embrio terbentuk juga *neural fold* atau lipatan ektoderm. Lipatan ini melebur dan menyatu membentuk sekelompok sel berbentuk tabung (*neural tube*) (Forgacs dan Newman, 2005).



Gambar 7. Fase neurula (Tsai, *et al.*, 2013)

### f. Organogenesis

Fase organogenesis (Gambar 8) adalah fase bintik mata embrio mulai terbentuk. Berdasarkan Khasanah, *et al.* (2016), bintik mata tersebut semakin lama semakin melebar dan warnanya semakin gelap. Ruas tulang ekor embrio semakin panjang hingga terbentuk ekor, organ jantung juga mulai terbentuk. Pembentukan bintik mata diawali dengan bakal mata yang berubah warna dari coklat muda, coklat tua, hingga berwarna hitam. Penyerapan kuning telur terjadi selama proses pembentukan organ-organ tubuh kemudian embrio mulai bergerak.

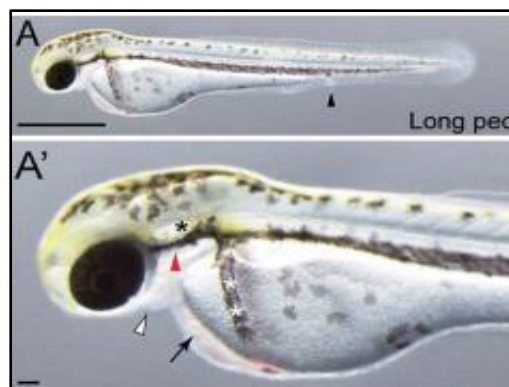




**Gambar 8.** Fase organogenesis. Keterangan: ce (*cerebellum*); cff (*caudal fin fold*); fp (*floor plate*); mes (*mesencephalon*); nt (*notochord*); otic (*otic vesicle*); tel (*telencephalon*); y.b. (kuning telur); y.ext (perpanjangan kuning telur) (Tsai, *et al.*, 2013)

**g. Menetas**

Fase penetasan telur ditandai dengan pergerakan berenang larva keluar dari korion. Menurut Yuliani, *et al.* (2013), larva yang baru menetas memiliki sirip dada serta sirip punggung dan sirip anal yang masih menyatu dengan sirip ekor. Larva belum memiliki organ tubuh yang lengkap seperti induknya. Menurut Amarullah (2008), larva yang baru menetas memiliki kuning telur sebagai sumber makanan. Pergerakan berenang larva masih lemah dan akan terus mengalami perkembangan sistem sensor, otot dan sistem pencernaan sampai pada stadia dimana larva mampu mengkonsumsi makanan dari lingkungan.



**Gambar 9.** Fase penetasan. Keterangan: panah hitam (jantung) (Tsai, *et al.*, 2013)

## 2.5 Daya Tetas Telur

Daya tetas telur atau *hatching rate* adalah persentase telur yang menetas dibandingkan dengan jumlah telur yang terbuahi. Ghofur, *et al.* (2014) menyatakan bahwa embrio yang telah berkembang dan aktif bergerak menandakan telur ikan segera menetas. Embrio sebelum menetas akan sering berubah posisi karena kekurangan ruang gerak di dalam cangkang telur. Selain pergerakan embrio, kerja enzim *chorionase* yang bersifat mereduksi *chorion* mengakibatkan cangkang menjadi lunak dan akhirnya pecah. Ujung ekor embrio akan keluar di bagian cangkang yang pecah, kemudian bagian kepala keluar terakhir karena bagian ini lebih besar daripada bagian tubuh yang lain.

Telur hasil pemijahan yang telah dibuahi akan berkembang menjadi embrio dan menetas menjadi larva, sedangkan telur yang tidak terbuahi akan mati dan membusuk. Lama waktu penetasan tergantung pada jenis ikan dan faktor lingkungan, salah satunya suhu (Effendie, 1997). Suhu yang semakin tinggi mempercepat penetasan telur, tetapi telur menghendaki suhu optimal agar pemanfaatan kuning telur dapat maksimal. Energi yang terdapat pada kuning telur berpindah ke organ tubuh selama perkembangan embrio. Embrio semakin berkembang sehingga rongga telur menjadi penuh, kemudian sirip pangkal ekor akan memecah cangkang telur dan embrio keluar menjadi larva (Sinjal, 2014).

## 2.6 Sintasan Larva

Sintasan larva atau *survival rate* merupakan persentase jumlah ikan yang hidup selama waktu pemeliharaan dibandingkan dengan jumlah ikan yang ditebar (Effendie, 1978). Berdasarkan Kelabora (2010), stadia awal larva merupakan masa kritis bagi ikan, sehingga pada stadia ini banyak larva yang mengalami mortalitas. Mortalitas pada larva dapat disebabkan oleh kualitas air, salah satunya adalah suhu. Suhu berpengaruh pada metabolisme dan nafsu

makan larva. Suhu yang terlalu rendah bagi larva dapat menghambat metabolisme dan pertumbuhan, sedangkan suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan larva mengalami abnormalitas, karena pada stadia larva perkembangan organ dan alat reproduksi terjadi. Sintasan larva tiap spesies berbeda dikarenakan daya tahan tubuh larva yang berbeda.

## **2.7 Kualitas Air**

### **a. Suhu**

Suhu merupakan faktor fisika yang menentukan derajat panas atau dinginnya suatu perairan. Suhu berpengaruh terhadap proses metabolisme ikan. Ikan merupakan organisme yang bersifat polikliotermik yaitu tidak dapat mengatur suhu tubuhnya, sehingga suhu air sangat berpengaruh pada ikan. Kisaran suhu optimal untuk kehidupan ikan berbeda-beda setiap jenisnya. Suhu yang terlalu tinggi atau rendah dapat menghambat pertumbuhan, mengganggu respirasi, mengurangi nafsu makan, bahkan menyebabkan kematian (Hutagalung, 1988). Suhu dapat mempercepat reaksi kimia selama proses metabolisme, hal ini dikarenakan proses metabolisme melibatkan enzim. Aktivitas enzim dipengaruhi oleh suhu, dimana kondisi suhu yang tidak sesuai dapat menurunkan kecepatan reaksi yang dikatalis oleh enzim. Suhu yang terlalu tinggi dapat merusak enzim karena enzim berstruktur protein yang dapat rusak oleh panas. Kerusakan enzim terutama pada sisi aktifnya akan menghambat substrat untuk masuk ke sisi aktif enzim, sehingga reaksi kimia akan terhambat kemudian laju metabolisme juga terhambat (Putri, 2012).

Kualitas air terutama suhu merupakan faktor yang sangat penting bagi kehidupan organisme. Berdasarkan Putri, *et al.* (2013), perubahan suhu dapat berpengaruh terhadap proses fisiologis dan biologis ikan. Suhu juga berpengaruh pada penetasan telur, semakin tinggi suhu maka penetasan telur semakin cepat

karena pada suhu tinggi proses metabolisme terjadi lebih cepat sehingga perkembangan embrio juga semakin cepat. Pergerakan embrio di dalam cangkang akan lebih aktif sehingga penetasan lebih cepat. Yamagami (1988) menyatakan bahwa peningkatan suhu dapat menstimulasi enzim penetasan, ketika enzim disekresikan pelunakan *chorion* akan semakin cepat sehingga proses penetasan semakin cepat.

**b. Oksigen Terlarut**

Oksigen terlarut berperan penting dalam meningkatkan pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan, dimana kisaran optimal untuk perkembangan embrio ikan adalah tidak kurang dari 5 mg/L (Zonneveld, *et al.*, 1991). Menurut Salmin (2005), oksigen terlarut pada embrio diperlukan untuk proses metabolisme dan pertukaran zat yang kemudian menghasilkan energi untuk perkembangan organ. Oksigen juga dibutuhkan untuk oksidasi bahan organik dalam proses aerobik. Kebutuhan oksigen ketika ikan dalam keadaan diam lebih sedikit daripada ikan yang aktif bergerak, sehingga selama fase perkembangan embrio konsumsi oksigen meningkat ketika telur akan menetas. Hal ini dikarenakan embrio bergerak aktif untuk membantu pecahnya korion.

**c. pH**

pH media penetasan berperan penting dalam kinerja enzim penetasan atau korionase sehingga berpengaruh pada waktu penetasan telur. Enzim korionase bekerja dengan baik pada kondisi media netral hingga basa, yakni kisaran 7,2-9,6 (Blaxter, 1969). Menurut Andren, *et al.* (1988), peningkatan ion hidrogen dapat menyebabkan penurunan motilitas sperma, peningkatan mortalitas embrio dan penurunan daya tetas. Motilitas sperma mengalami penurunan pada pH di bawah 6,5 dan pada pH 4,8 telur tidak mengalami perkembangan yang disebabkan oleh rendahnya motilitas sperma sehingga telur tidak dapat terbuahi. Tekanan ion hidrogen dapat mengurangi kemampuan

embrio dalam penyerapan air, sehingga terjadi penyempitan dan deformasi (perubahan bentuk) embrio yang mengakibatkan telur sulit menetas hingga mengalami kematian.



### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Alat dan Bahan Penelitian

##### 3.1.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Alat Penelitian

No.	Alat	Fungsi
1.	Akuarium ukuran 60 x 30 x 35 cm <sup>3</sup>	Untuk tempat pemeliharaan induk ikan uceng
2.	Seser	Untuk mengambil induk ikan uceng
3.	Toples plastik ukuran 16 liter	Untuk tempat telur ikan uceng yang akan di amati
4.	<i>Blower</i>	Untuk aerasi telur dan larva ikan
5.	Selang aerator	Untuk menyalurkan oksigen ke toples penetasan
6.	Batu aerator	Untuk memecah oksigen dalam air
7.	Mikroskop binokuler	Untuk mengamati telur ikan uceng
8.	<i>Object glass</i> cekung	Untuk tempat telur ikan saat diamati dibawah mikroskop
9.	pH meter	Untuk mengukur pH air media
10.	DO meter	Untuk mengukur DO air media
11.	Sprit 1 ml	Untuk menyuntik ovaprim pada induk
12.	Baskom	Untuk wadah sementara telur yang diambil
13.	Pipet tetes	Untuk mengambil telur yang akan diamati
14.	<i>Heater</i> akuarium	Untuk mengatur suhu perlakuan
15.	Thermometer Hg	Untuk mengukur suhu pada toples
16.	Saringan teh	Untuk mempermudah dalam pengamatan telur
17.	Alat tulis	Untuk mencatat hasil pengamatan
18.	<i>Handtally counter</i>	Untuk membantu menghitung telur
19.	Kabel <i>roll</i>	Untuk menyalurkan listrik
20.	Keran aerasi	Untuk membuka dan menutup saluran oksigen
21.	Pipa paralon	Untuk menyalurkan oksigen dari <i>blower</i> ke selang aerator
22.	Selang sifon	Untuk membersihkan wadah pemeliharaan
23.	<i>Solder</i>	Untuk melobangi pipa paralon
24.	Kamera	Untuk mendokumentasi selama kegiatan penelitian
25.	Selang ukuran $\frac{3}{4}$ inch	Untuk menghubungkan pipa paralon satu dengan lain
26.	Gunting	Untuk memotong bahan

### 3.1.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Bahan Penelitian

No.	Bahan	Fungsi
1.	Induk jantan ikan uceng	Sebagai induk penghasil sperma
2.	Induk betina ikan uceng	Sebagai induk penghasil telur
3.	Pelet ukuran 1mm	Sebagai pakan untuk induk ikan uceng
4.	Pelet tepung	Sebagai pakan larva ikan uceng
5.	Air tawar	Sebagai media hidup induk, telur dan larva
6.	Plastik <i>ziplock</i>	Sebagai wadah untuk mengukur konsumsi DO
7.	Ovaprim	Sebagai hormon perangsang induk untuk memijah
8.	NaFis	Sebagai pengencer ovaprim
9.	Tisu	Sebagai pengering dan pembersih alat yang telah digunakan
10.	Styrofoam	Sebagai pelampung saringan
11.	Karet gelang	Sebagai pengikat <i>styrofoam</i> dengan saringan
12.	Telur ikan uceng	Sebagai sampel yang akan diamati
13.	Larva ikan uceng	Sebagai sampel yang akan diamati
14.	Plastik <i>wrap</i>	Sebagai penutup toples untuk menjaga suhu tetap stabil
15.	Kain	Sebagai alas saringan
16.	Larutan anestesi	Sebagai obat bius untuk menenangkan induk ikan

### 3.2 Metode Penelitian

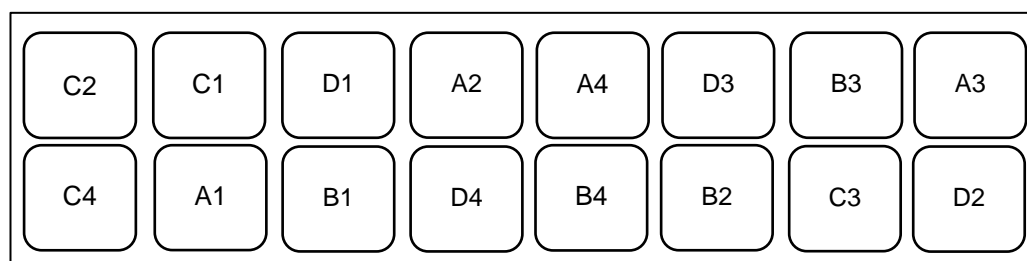
Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode eksperimen. Metode eksperimen dilakukan untuk mengetahui hubungan sebab akibat dengan memberikan pengaruh suatu perlakuan terhadap variabel yang datanya belum diketahui, kemudian hasilnya dibandingkan dengan variabel kontrol yang tidak diberikan perlakuan (Budiarto dan Anggraeni, 2003). Perlakuan pada penelitian ini adalah perbedaan suhu, sedangkan variabel yang akan diketahui datanya adalah derajat pembuahan, perkembangan embrio, daya tetas telur dan sintasan larva ikan uceng. Teknik pengambilan data penelitian dilakukan dengan cara observasi, yaitu mengumpulkan data secara langsung dari kegiatan penelitian (Raco, 2010).

### 3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) petak terpisah. RAL petak terpisah merupakan rancangan percobaan yang terdiri dari petak utama dan anak petak. Petak utama memiliki faktor yang memberikan perbedaan respon yang lebih besar, sedangkan pada anak petak faktor memberikan respon yang harus diperhatikan dengan teliti (Soehono, *et al.*, 2017). Penelitian menggunakan empat perlakuan suhu yang berbeda dengan masing-masing empat kali ulangan. Perlakuan suhu yang digunakan yaitu 23°C, 25°C, 27°C dan 29°C, hal ini berdasarkan Ath-thar, *et al.* (2018) yang menyatakan bahwa ikan uceng hidup di perairan dengan rentang suhu 23-30°C. Pengaturan suhu 23°C dilakukan dengan memberi arus pada media perlakuan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan perlakuan suhu yang terbaik terhadap derajat pembuahan, perkembangan embrio, daya tetas telur dan sintasan larva ikan uceng, maka menggunakan perlakuan suhu sebagai berikut:

- Perlakuan A : Suhu 23°C
- Perlakuan B : Suhu 25°C
- Perlakuan C : Suhu 27°C
- Perlakuan D : Suhu 29°C

Denah penelitian yang digunakan pada penelitian disajikan pada Gambar 10.



**Gambar 10.** Denah penelitian

Keterangan:

A, B, C, D : Perlakuan dengan suhu berbeda (A = 23°C, B = 25°C, C = 27°C, D = 29°C)

1, 2, 3, 4 : Pengulangan perlakuan



### **3.4 Prosedur Penelitian**

#### **3.4.1 Persiapan Wadah Pemijahan Induk**

Wadah yang digunakan untuk kegiatan pemijahan induk ikan uceng yaitu akuarium berukuran 60 x 30 x 35 cm<sup>3</sup>. Akuarium dibersihkan dari lumut dan kotoran menggunakan sikat. Akuarium diberi substrat berupa bebatuan yang berfungsi merangsang induk untuk memijah, hal ini berdasarkan pernyataan Smyly (1955) bahwa *Nemacheilus* sp. hidup di perairan tawar dengan substrat pasir dan batu. Akuarium kemudian diisi air tawar hingga ketinggian sekitar 20 cm dan diberi aerasi.

#### **3.4.2 Persiapan Wadah Penetasan**

Wadah penetasan yang digunakan adalah toples plastik berukuran 16 liter sebanyak 16 buah. Toples dibersihkan dengan cara dicuci menggunakan air. Toples kemudian dijemur di bawah sinar matahari hingga kering. Toples kemudian diisi air setinggi 21 cm dengan volume 12 liter sebagai media pemeliharaan ikan, kemudian memasukkan *heater* pengatur suhu dan termometer Hg untuk mengukur suhu. Toples perlakuan dengan arus diberi lubang pada sisi samping keluarnya air. Kemudian memasang saringan di dalam masing-masing toples perlakuan untuk memudahkan dalam mengamati.

#### **3.4.3 Persiapan Induk**

Induk ikan uceng yang digunakan dalam penelitian berasal dari UPT Laboratorium Kesehatan Ikan dan Lingkungan Pasuruan, Kabupaten Pasuruan. Induk ikan uceng yang akan dipijahkan diseleksi berdasarkan kematangan gonad dan kondisi fisik ikan. Induk yang telah matang gonad memiliki ciri pada alat kelamin berwarna kemerahan, jika induk betina distripping akan mengeluarkan telur, sedangkan pada jantan mengeluarkan sperma. Induk yang diseleksi juga harus dalam kondisi fisik yang baik dan tidak stres. Induk yang telah diseleksi dipelihara di akuarium dan diberi pakan pelet HI-PRO VITE 781-1 ukuran 1 mm

dengan kadar protein 31-33%, lemak 4-6%, serat 3-5%, dan kadar air 9-10% secara *at satiation* sebanyak tiga kali sehari, yaitu pagi, siang dan sore. Pemeliharaan di akuarium dilakukan selama tiga hari.

#### 3.4.4 Proses Pemijahan

Proses pemijahan pada ikan uceng dilakukan secara buatan dengan rasio pebandingan induk jantan dan betina 3:1. Pemijahan dilakukan menggunakan media air tawar dan substrat berupa bebatuan yang dimasukkan kedalam akuarium pemijahan. Media pemijahan tersebut akan membantu dalam merangsang induk untuk memijah. Induk ikan uceng yang telah diseleksi disuntik menggunakan ovaprim 0,05 ml yang diencerkan dengan larutan NaFis. Induk ikan uceng disuntik di tubuh bagian *intramuscular* dengan kemiringan 45°. Induk sebelum disuntik dimasukkan ke larutan anestesi selama kurang lebih 30 detik untuk menenangkan induk. Larutan anestesi yang digunakan 0,3 ml per liter air. Induk yang telah disuntik diamati tingkah laku pemijahannya selama sekitar 4-5 jam. Tingkah laku induk ikan uceng yang akan memijah adalah induk jantan mengejar dan menggesekan tubuhnya ke induk betina. Induk yang sudah siap memijah kemudian diambil menggunakan seser lalu di-*stripping* agar keluar telur dan spermanya. *Stripping* dilakukan dengan memijat perut ke arah urogenital secara perlahan. Telur dan sperma kemudian dicampur dan diberi NaFis secukupnya untuk mengencerkan. Campuran telur dan sperma diberi air dan dihitung sebagai  $T_0$  atau waktu pertama telur dibuah. Telur kemudian ditebar di toples penetasan.

#### 3.4.5 Penetasan Telur

Penetasan telur ikan uceng dilakukan di ruangan tertutup. Telur yang terbuahi dipindahkan ke toples berukuran 16 liter sebanyak 16 buah untuk ditetaskan. Toples dilengkapi dengan saringan teh untuk tempat meletakkan telur agar mudah untuk diambil ketika pengamatan embrio. Telur ikan uceng tidak

bersifat adesif. Telur ditebar sebanyak 20 butir ke masing-masing toples yang telah diberi media air tawar. Suhu media penetasan diatur sesuai dengan perlakuan, yaitu 23°C, 25°C, 27°C, 29°C dengan masing-masing empat kali ulangan. Suhu diatur menggunakan *heater* akuarium.

#### **3.4.6 Pemeliharaan Larva**

Telur yang telah menetas menjadi larva kemudian dipelihara pada suhu perlakuan di dalam toples selama 14 hari untuk mengetahui ketahanan hidup larva selama masa kritis. Menurut Setyono (2009), dalam tahap awal dari daur hidup ikan terutama dalam stadia larva terdapat masa kritis yaitu pada saat, sebelum dan sesudah penghisapan kuning telur dan masa transisi dimana larva mulai memanfaatkan makanan dari luar tubuh. Larva umur 1 sampai 2 hari belum diberi pakan karena masih memanfaatkan kuning telur. Hari ke-3 sampai ke-14 pemeliharaan larva diberi pakan pelet tepung Farmpro dengan kadar protein 43%, lemak 7,5%, air 12%, serat 2%, abu 8%, kalsium 2% dan fosfor 1,5% sebanyak tiga kali sehari yaitu pagi, siang dan sore secara *ad libitum*.

### **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. Telur yang telah di-*stripping* dari induk betina dicampur dengan sperma yang telah diencerkan dengan NaFis, kemudian sperma diaktifkan dengan air bersih. Kemudian ditunggu selama kurang lebih satu menit agar terjadi proses pembuahan oleh spermatozoa. Telur kemudian ditebar ke saringan masing-masing perlakuan dan ulangan sebanyak 20 butir. Penebaran telur dilakukan secara merata agar tidak terjadi penumpukan telur di satu tempat. Telur yang terbuahi dan tidak terbuahi dapat dilihat beberapa menit

setelah dibuahi. Telur yang terbuahi berwarna bening, sedangkan telur yang tidak terbuahi berwarna putih pucat (Semidang, *et al.*, 2018). Perhitungan derajat pembuahan menurut Effendie (1979) dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$FR = \frac{\text{Jumlah telur yang terbuahi}}{\text{Jumlah telur yang ditebar}} \times 100\%$$

#### b. Perkembangan Embrio

Parameter utama yang diukur yaitu perkembangan embrio dari telur ikan uceng sampai menetas. Pengamatan perkembangan embrio dilakukan menggunakan mikroskop binokuler perbesaran 400 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. Hal ini berdasarkan pernyataan Nawir, *et al.* (2016) bahwa telur Cyprinidae pada suhu 32°C menetas dalam waktu 17 jam 45 menit setelah pembuahan, sedangkan pada suhu 26°C menetas dalam waktu 18 jam 36 menit. Perkembangan embrio yang diamati antara lain pembuahan awal, satu sel, pembelahan 2 sel, pembelahan 4 sel, pembelahan 8 sel, pembelahan 16 sel, pembelahan 32 sel, morula, blastula, gastrula, neurula, organogenesis dan menetas menjadi larva. Perkembangan embrio hingga telur menetas didokumentasikan menggunakan kamera sebagai data utama.

#### c. Daya Tetas

Daya tetas atau *hatching rate* (HR) adalah persentase jumlah telur yang menetas dibandingkan dengan jumlah telur yang dibuahi. Telur menetas ketika

lapisan terluar dari telur (selaput *chorion*) pecah dan larva yang keluar dapat bergerak aktif. Perhitungan HR menggunakan rumus sebagai berikut (Effendie, 1979):

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

**d. Sintasan Larva**

Sintasan larva merupakan jumlah larva yang hidup pada akhir pemeliharaan dibandingkan dengan telur yang menetas. Sintasan larva atau SR dihitung pada akhir pemeliharaan. Perhitungan SR berdasarkan Effendie (2002) dapat dilakukan menggunakan rumus:

$$SR = \frac{\text{Jumlah larva pada akhir pemeliharaan}}{\text{Jumlah telur yang menetas}} \times 100\%$$

**3.5.2 Parameter Penunjang**

**a. Denyut Jantung Embrio**

Pengamatan denyut jantung pada ikan uceng dilakukan pada saat 17 hpf (*hour post-fertilization*), yaitu ketika organ jantung sudah terbentuk dan terlihat berdetak. Embrio yang dihitung detak jantungnya diamati menggunakan mikroskop binokuler dengan perbesaran 400 kali. Frekuensi denyut jantung dihitung selama 1 menit menggunakan *handtally counter* pada embrio setiap perlakuan (Zhu, *et al.*, 2012).

**b. Kebutuhan Oksigen untuk Perkembangan Embrio**

Kebutuhan oksigen selama perkembangan embrio diukur untuk mengetahui tingkat konsumsi oksigen. Air media penetasan telur ikan uceng dimasukkan ke dalam kantong plastik *ziplock*, kemudian dimasukkan telur ke dalam plastik. Langkah selanjutnya adalah mengukur oksigen terlarut menggunakan DO meter. Pengukuran oksigen dilakukan di dalam toples

penetasan telur agar tidak ada oksigen dari udara yang masuk ke kantong plastik. Plastik *ziplock* kemudian ditutup dengan rapat agar tidak ada oksigen yang masuk. Oksigen dalam plastik diukur ketika telur sudah menetas. Berdasarkan Sari, *et al.* (2016), kebutuhan oksigen dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\Delta DO = DO_0 - DO_t$$

Keterangan:

$\Delta DO$  = kebutuhan oksigen terlarut (mg/L)  
 $DO_0$  = oksigen terlarut awal (mg/L)  
 $DO_t$  = oksigen terlarut akhir (mg/L)

### c. Kualitas Air

Pengukuran kualitas air terdiri dari suhu, oksigen terlarut (DO) dan pH. Pengukuran kualitas air dilakukan setiap hari sebanyak dua kali sehari, yaitu pada pagi hari pukul 04.00 WIB dan siang hari pukul 14.00 WIB. Pengukuran pada kedua waktu tersebut dilakukan karena pada pukul 04.00 WIB sinar ultraviolet matahari belum muncul sehingga tidak mempengaruhi kualitas air, sedangkan pukul 14.00 merupakan waktu dimana matahari bersinar paling panas. Pengukuran suhu menggunakan thermometer Hg, pH menggunakan pH meter dan DO menggunakan DO meter.

### 3.6 Analisis Data

Teknik pengambilan data penelitian dilakukan dengan cara observasi, yaitu mengumpulkan data secara langsung dari kegiatan penelitian. Pengolahan data dilanjutkan dengan menganalisis derajat pembuahan, daya tetas telur dan sintasan larva ikan uceng pada setiap perlakuan suhu. Analisis data diuji secara statistik menggunakan uji *analysis of variance* (ANOVA) berdasarkan rancangan acak lengkap dengan 4 perlakuan dan 4 kali ulangan serta tingkat kepercayaan 95% ( $\alpha = 0,05$ ). Uji ANOVA dilakukan dengan menguji hipotesis statistik

sehingga didapatkan kesimpulan berdasarkan data. Berdasarkan Wicaksono (2006), uji F dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap variabel berbeda nyata atau berbeda tidak nyata. Jika  $F_{hitung} > F_{tabel}$  maka dapat diketahui bahwa perlakuan berpengaruh nyata atau berbeda sangat nyata terhadap variabel.



## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Derajat Pembuahan Telur Ikan Uceng

Persentase derajat pembuahan (Tabel 3) atau *fertilization rate* merupakan persentase telur yang terbuahi dibandingkan dengan telur yang ditebar. Telur yang ditebar pada wadah perlakuan yaitu 20 butir.

**Tabel 3.** Data Persentase Derajat Pembuahan Telur Ikan Uceng

Perlakuan	Ulangan				Total	Rerata
	1	2	3	4		
<b>A</b>	100	100	95	95	390	97,50
<b>B</b>	85	95	90	95	365	91,25
<b>C</b>	100	90	95	100	385	96,25
<b>D</b>	80	75	95	80	330	82,50
<b>Total</b>					1470	

Kemudian dilanjutkan analisis variasi untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap parameter derajat pembuahan. Tabel analisis variasi disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Analisis Variasi Derajat Pembuahan Telur Ikan Uceng

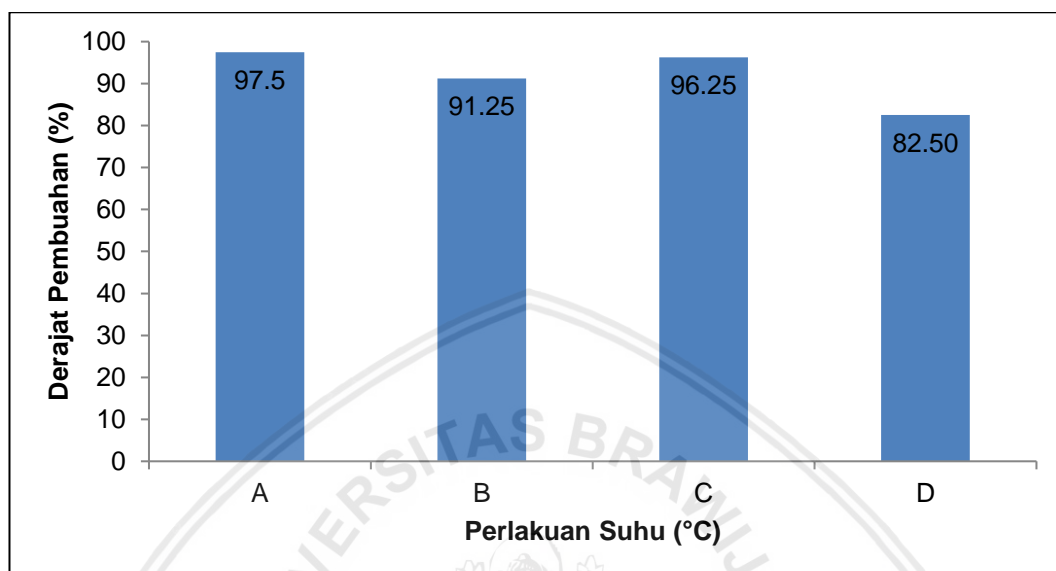
Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
<b>Rata-rata</b>	1	135056,25	135056,25			
<b>Perlakuan</b>	3	556,25	185,42	5,26*	3,59	6,22
<b>Acak</b>	12	387,50	35,23			
<b>Total</b>	15	943,75				

Keterangan: (\*): berbeda nyata

Berdasarkan hasil perhitungan analisis variasi di atas dapat diketahui bahwa nilai F hitung lebih besar daripada F tabel 5% dan lebih kecil dari F tabel 1%, hal ini menunjukkan bahwa perlakuan suhu yang berbeda berpengaruh nyata terhadap derajat pembuahan telur ikan uceng. Hasil tersebut juga menunjukkan bahwa perlakuan A dengan penambahan arus berbeda nyata dengan perlakuan B, C dan D dimana perlakuannya tanpa menggunakan arus, sehingga tidak dapat dilanjutkan perhitungan RAL karena perlakuan yang tidak homogen. Terdapatnya arus pada perlakuan A dapat memberikan pengaruh



yang berbeda dengan perlakuan suhu tanpa arus, seperti kadar oksigen yang berbeda, distribusi nutrisi dan pergantian air baru. Kemudian dibuat diagram batang rata-rata derajat pematangan ikan uceng (Gambar 11).



**Gambar 11.** Diagram Batang Derajat Pematangan Telur Ikan Uceng

Berdasarkan diagram batang di atas dapat diketahui persentase derajat pematangan dari yang tertinggi ke terendah yaitu perlakuan A dengan suhu 23°C yaitu 97,50%, kemudian perlakuan C dengan suhu 27°C yaitu 96,25%, kemudian perlakuan B dengan suhu 25°C yaitu 91,25% dan yang terendah adalah perlakuan D dengan suhu 29°C dengan rata-rata persentase derajat pematangan yakni 82,50%. Berdasarkan Hutagalung, *et al.* (2016), suhu yang optimal untuk fertilisasi telur ikan adalah pada suhu kamar yaitu 23°C-28°C.

Menurut Odum (1971), arus pada perairan dapat menentukan penyebaran oksigen terlarut dalam air. Sungai yang mengalir dengan arus yang sedemikian rupa akan membawa massa air dengan berbagai karakteristiknya, termasuk oksigen terlarut. Oksigen terlarut kemudian menyebar sesuai dengan massa air yang menyebar. Semakin besar kecepatan arus dan debit air, semakin cepat dan semakin luas penyebaran kualitas air yang terjadi. Pada perlakuan A, air media yang digunakan berasal dari sumber Umbulan yang memiliki kisaran

suhu 23 - 25°C, untuk mempertahankan suhu tersebut maka dibuat sistem air mengalir atau arus. Pada suhu tersebut didapatkan derajat pembuahan tertinggi. Hal ini sesuai dengan pendapat Prama, *et al.* (2014) bahwa suhu yang terlalu tinggi dapat merusak sel sperma, sedangkan pada suhu rendah sel sperma dapat hidup lebih lama. Suhu yang terlalu tinggi juga dapat mempengaruhi motilitas sperma yang berkaitan dengan fertilisasi. Menurut Faqih (2011), motilitas sperma merupakan parameter kelangsungan hidup sperma, dimana akan menurun jika tegangan media semakin meningkat.

Faktor yang berpengaruh terhadap derajat pembuahan menurut Zairin, *et al.* (2005) antara lain kualitas dan kuantitas sperma, musim, temperatur dan frekuensi pemakaian induk jantan. Banyaknya jumlah sperma yang dikeluarkan induk jantan tergantung pada umur, ukuran dan frekuensi ejakulasi. Sehingga dapat diketahui pada penelitian ini perlakuan suhu 23°C menunjukkan hasil derajat pembuahan terbaik.

Menurut Andalusia, *et al.* (2008), keberhasilan pembuahan dipengaruhi oleh kualitas telur, sperma, media dan penanganan manusia. Telur yang siap dibuahi haruslah benar-benar matang. Penanganan yang salah dan terlalu kasar dapat mengakibatkan ikan stres sehingga dapat menurunkan kualitas telur dan sperma. Menurut Mandiri (2007), perkembangan embrio diawali dengan pembuahan oleh sel sperma. Satu sel sperma akan membuahi satu telur, sehingga jumlah jantan dan betina harus diperhitungkan agar dapat membuahi semua telur. Telur yang tidak dibuahi akan mati dan memiliki ciri-ciri yaitu warnanya memutih dan keruh.

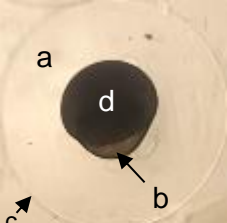
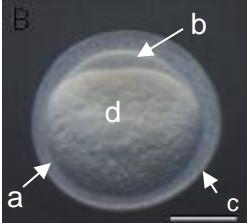
Berdasarkan Nickoloff (1995), tegangan yang diberikan pada sperma secara berlebihan menyebabkan pembukaan pori-pori yang terlalu lebar dan gagal untuk menutup seperti semula, sehingga dapat mengakibatkan sel rusak dan membran sperma rusak. Permeabilitas membran spermatozoa berhubungan

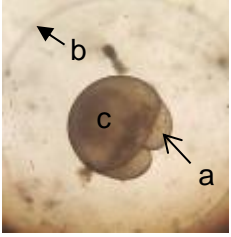
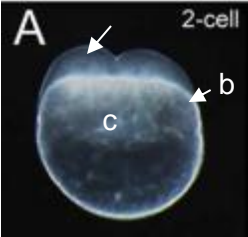
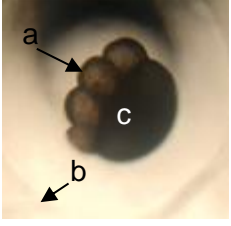
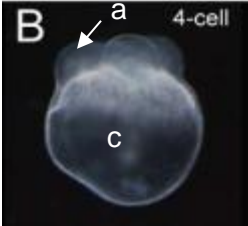
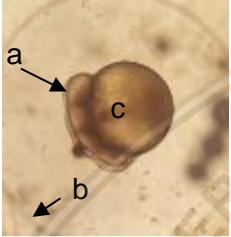
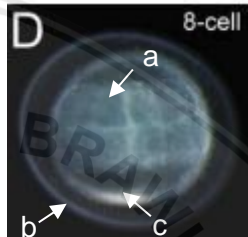
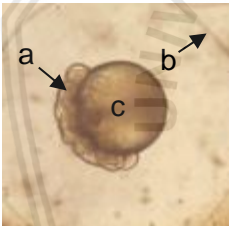
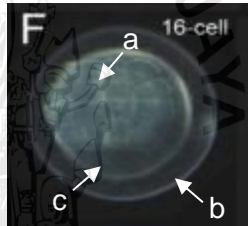
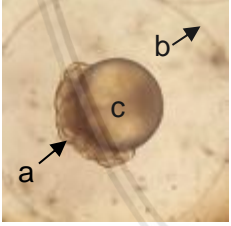
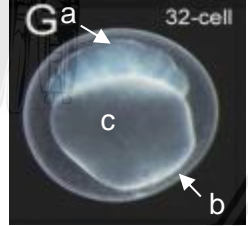
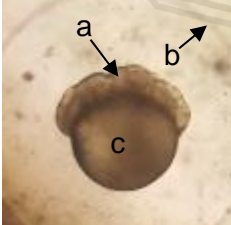
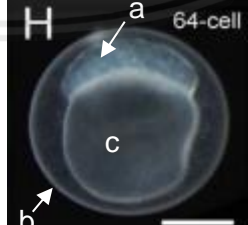
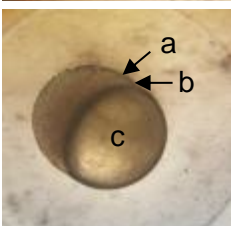
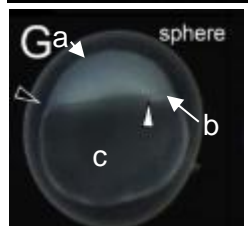
dengan motilitas spermatozoa karena permeabilitas membran berkaitan dengan transportasi nutrisi yang penting peranannya dengan metabolisme sel. Motilitas sperma yang rendah berpengaruh buruk pada keberhasilan pembuahan telur oleh sperma. Selain itu derajat pembuahan juga dipengaruhi oleh kematangan telur yang berkaitan dengan proses vitelogenesis atau pembentukan kuning telur yang telah dibuahi.

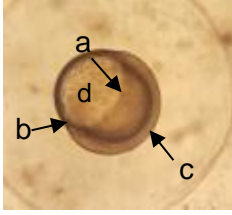
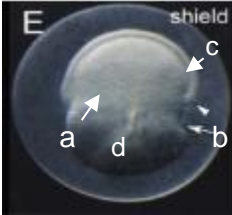
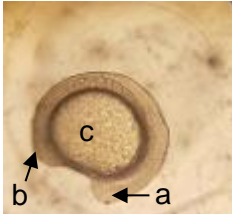
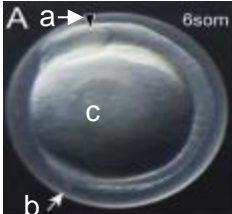
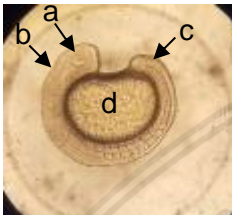
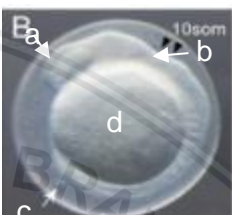
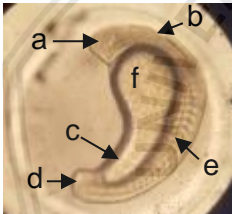
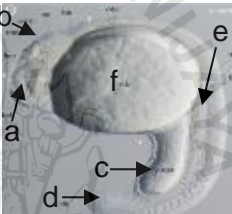
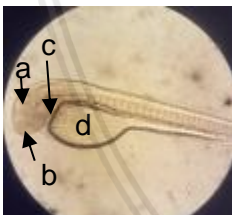
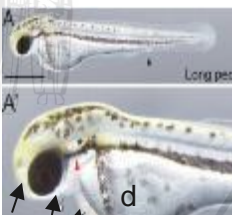
#### 4.2 Perkembangan Embrio

Perkembangan embrio (Tabel 5) atau embriogenesis merupakan proses perkembangan embrio mulai dari telur dibuahi oleh sel sperma hingga telur menetas. Selama perkembangan embrio sel telur mengalami fase pembelahan sel hingga terbentuk organ seperti jantung, mulut dan mata. Menurut Tsai, *et al.* (2013), perkembangan embrio terdiri dari tujuh fase yaitu zigot, morula, *cleavage* yang terdiri dari pembelahan 2 sel hingga menjadi 32 sel, blastula, gastrula, neurula yang terjadi selama segmentasi, organogenesis yang terjadi selama *pharyngula* dan fase penetasan. Pengamatan embrio ikan uceng selama penelitian dilakukan selama kurang lebih 19 hingga 20 jam, yakni mulai dari 10 menit setelah telur dibuahi hingga telur menetas. Pengamatan embrio menggunakan mikroskop binokuler dengan perbesaran 400 kali.

**Tabel 5.** Proses Perkembangan Embrio Ikan Uceng

Waktu dan Fase	Gambar Hasil Pengamatan (Perbesaran 400x)	Waktu Literatur (Tsai, <i>et al.</i> , 2013)	Gambar Literatur (Tsai, <i>et al.</i> , 2013) (skala 0,5 mm)	Keterangan
Zigot (16 menit)		Zigot (25 ment)		(a) Ruang perivitelin (b) Blastodisk (c) Korion (d) Kuning telur

Cleavage 2 sel (27 menit)		Cleavage 2 sel (40 menit)		(a) Terbentuk 2 blastomer (b) Korion (c) Kuning telur
Cleavage 4 sel (35 menit)		Cleavage 4 sel (85 menit)		(a) Terbentuk 4 blastomer (b) Korion (c) Kuning telur
Cleavage 8 sel (40 menit)		Cleavage 8 sel (1 jam 30 menit)		(a) Terbentuk 8 blastomer (b) Korion (c) Kuning telur
Cleavage 16 sel (49 menit)		Cleavage 16 sel (1 jam 30 menit)		(a) Terbentuk 16 blastomer (b) Korion (c) Kuning telur
Cleavage 32 sel (56 menit)		Cleavage 32 sel (2 jam 12 menit)		(a) Terbentuk 32 blastomer (b) Korion (c) Kuning telur
Morula (1 jam 34 menit)		Morula (2 jam 39 menit)		(a) Terbentuk 64 blastomer (b) Korion (c) Kuning telur
Blastula (1 jam 58 menit)		Blastula (3-6 jam)		(a) Blastoderm (b) Periblas (c) Kuning telur

Gastrula (5 jam 32 menit)		Gastrula (8-12 jam)		(a) Cincin germinal (b) Bagian dorsal blastoderm (c) Ektoderm (d) Kuning telur
Neurula awal (7 jam 17 menit)		Neurula awal (14-16 jam)		(a) Vesikel optik (b) Perpanjangan kuning telur (c) Kuning telur
Neurula akhir (8 jam 50 menit)		Neurula akhir (20 jam)		(a) Vesikel optik (b) Bagian otak dasar (c) Perpanjangan kuning telur (d) Kuning telur
Organo- genesis (10 jam 3 menit)		Organo- genesis (22 jam)		(a) Lensa mata (b) Bagian otak (c) Perpanjangan kuning telur (d) Sirip kaudal (e) <i>Notochord</i> (f) Kuning telur
Menetas (19 jam 7 menit)		Menetas (58 jam)		(a) Mata (b) Mulut (c) Jantung (d) Kuning telur

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui bahwa pada penelitian mengenai pengaruh suhu berbeda terhadap perkembangan embrio ikan uceng pada menit ke-10 zigot telah terbentuk, dimana ruang perivitelin mulai terbentuk. Menurut Tsai, *et al.* (2013), pada fase zigot sitoplasma bergerak menuju kutub anima untuk membentuk *blastodisc*. Gambar kedua sampai keenam merupakan fase cleavage dimana terjadi pembelahan 2 sampai dengan 32 sel. Pada pembelahan pertama menghasilkan dua blastomer yang sama. Gambar keenam pada tabel merupakan fase morula, dimana terjadi pembelahan 32 sel menjadi

64 sel. Sel tersebut memadat menjadi blastodisk kecil yang membentuk dua lapisan sel. Sel membelah secara melintang dan mulai membentuk lapisan kedua pada kutub animal. Fase morula berakhir apabila telah menghasilkan blastomer, pada akhir pembelahan akan dihasilkan dua kelompok sel, yaitu kelompok sel utama (blastoderm) dan kelompok sel pelengkap (Effendie, 1997).

Fase blastula terjadi pada 1 jam 58 menit setelah fertilisasi. Pada fase ini terjadi pembelahan 128 sel, 256 sel, 512 sel, 1000 sel, kubah dan 30% *epiboly*. Blastoderm membentuk hemisfer (dua sisi simetris sel), dan 128 sel blastomer disusun menjadi gundukan sel tiga dimensi. Permukaan blastoderm lebih halus daripada tahap sebelumnya (Tsai, *et al.*, 2013). Fase gastrula terjadi 5 jam 32 menit setelah fertilisasi. Fase gastrula diawali dengan penebalan pada tepi luar blastoderm, sehingga terbentuk lingkaran seperti cincin yang disebut cincin germinal. Cincin germinal posterior yang lebih tebal disebut perisai cincin germinal atau *embryonic shield* (Nawir, 2016).

Fase selanjutnya adalah fase neurula, dimana terjadi pada jam ke-7 hingga jam ke-9. Pada fase ini terjadi tahap somit 6 hingga 22. Perkembangan somit dimulai sebelum kuning telur sepenuhnya ditutupi oleh blastoderm, dan kuning telur akan terlihat pada tahap somit 8 hingga 9. Somit berkembang berbentuk kubus. Primordia optik terlihat memanjang secara horizontal dan dasar otak mulai membelah. Bagian-bagian otak yakni *telencephalon*, *diencephalon*, *mesencephalon* dan *rhomomere* terlihat jelas pada somit 10. Pada fase somit 22 primordia otak, lensa primordial dan vesikel optic semakin berkembang. Pembuluh darah dapat dilihat pada tahap ini (Tsai, *et al.*, 2013).

Fase organogenesis terjadi 10 jam 3 menit setelah fertilisasi, pada fase ini terjadi pembentukan organ. Bakal organ yang terbentuk selama fase organogenesis adalah syaraf, notochorda, mata, rongga kuffer, kantung olfaktori, rongga ginjal, usus, linea literalis, jantung, aorta, insang dan lipatan-iplatan sirip

(Tang dan Affandi, 2001). Fase setelah organogenesis adalah fase penetasan yang terjadi pada 19 jam 7 menit setelah fertilisasi. Larva ikan uceng yang baru menetas memiliki tubuh yang transparan dan bergerak aktif. Kepala yang selama fase organogenesis menempel pada kantong kuning telur, ketika menetas terangkat mendekati dorsal. Menurut Yuliani, *et al.* (2013), larva ikan yang baru menetas sudah memiliki sirip dada, tetapi sirip anal dan sirip punggung masih menyatu dengan sirip ekor.

Lama waktu penetasan telur ikan uceng adalah waktu yang dibutuhkan telur mulai dari telur dibuahi hingga menetas. Pengamatan perkembangan embrio dimulai pada 10 menit setelah fertilisasi hingga embrio menetas. Pencatatan waktu dilakukan setiap terjadi perubahan fase. Perbandingan lama waktu perkembangan embrio pada disajikan pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Akumulasi Waktu Perkembangan Embrio Ikan Uceng

No	Stadia	Akumulasi Waktu (menit)			
		A	B	C	D
1	Zigot	10	10	10	10
2	2 sel	29	27	16	16
3	4 sel	49	47	39	35
4	8 sel	55	54	44	40
5	16 sel	70	60	54	49
6	32 sel	82	73	61	56
7	Morula	127	118	101	94
8	Blastula	142	136	131	118
9	Gastrula	397	374	355	332
10	Neurula	544	513	497	437
11	Organogenesis	716	706	652	603
12	Menetas	1395	1380	1295	1140

Berdasarkan data akumulasi waktu penetasan telur ikan uceng dapat diketahui bahwa telur menetas pertama kali pada menit ke-1094, yaitu pada perlakuan D. Kemudian diikuti perlakuan C yaitu menit ke-1114, perlakuan B menit ke-1380 dan terakhir perlakuan A yaitu menit ke-1395. Data tersebut sesuai dengan pendapat Yamagami (1988) bahwa peningkatan suhu akan

berpengaruh pada sekresi enzim korionase yang berperan dalam penetasan, ketika enzim korionase disekresikan maka pencernaan korion akan lebih cepat pada suhu tinggi dibandingkan dengan suhu rendah, sehingga proses penetasan semakin cepat.

Menurut Hutagalung, *et al.* (2016), ikan cyprinidae jenis *Osteochilus* pada suhu 30°C menetas 17 jam 50 menit setelah pembuahan. Sedangkan menurut Tsai, *et al.* (2013) ikan cyprinidae jenis *Carassius* menetas pada jam ke-58 setelah pembuahan. Berdasarkan kedua literatur tersebut dapat diketahui bahwa waktu penetasan setiap jenis ikan berbeda, hal ini dikarenakan lama waktu penetasan dipengaruhi oleh lingkungan seperti suhu, oksigen terlarut, pH, salinitas dan intensitas cahaya. Faktor genetik yang berasal dari induk juga berpengaruh terhadap penetasan. Strain yang berbeda dapat berpengaruh terhadap waktu dan daya tetas telur karena performa reproduksi ikan sangat dipengaruhi oleh genetik yang dimiliki selain lingkungan (Yustysi, *et al.*, 2011). Menurut Blaxter (1969), penetasan dapat disebabkan oleh gerakan-gerakan embrio akibat peningkatan suhu, intensitas cahaya atau penyerapan oksigen. Penetasan dapat terjadi karena dua hal yaitu pertama kerja mekanik dimana embrio sering mengubah posisinya karena kekurangan ruang dalam cangkangnya atau karena ukuran embrio lebih panjang dari cangkangnya, kedua adalah kerja enzimatik dimana enzim korionase bekerja dalam pelunakan cangkang telur.

#### **4.3 Daya Tetas Telur Ikan Uceng**

Daya tetas atau *hatching rate* merupakan persentase jumlah telur yang menetas dibandingkan dengan telur yang terbuahi. Daya tetas telur dihitung ketika semua larva sudah berenang keluar dari cangkang telur. Hasil perhitungan daya tetas telur ikan uceng disajikan pada Tabel 7.



**Tabel 7.** Data Persentase Daya Tetas Telur Ikan Uceng

Perlakuan	Ulangan (%)				Total (%)	Rerata
	1	2	3	4		
<b>A</b>	45,00	65,00	42,11	52,63	204,47	51,58
<b>B</b>	70,59	89,47	38,89	47,37	246,32	61,58
<b>C</b>	55,00	88,89	68,42	85,00	297,31	74,33
<b>D</b>	87,50	73,33	84,21	93,75	338,79	84,70
<b>Total</b>					1087,16	

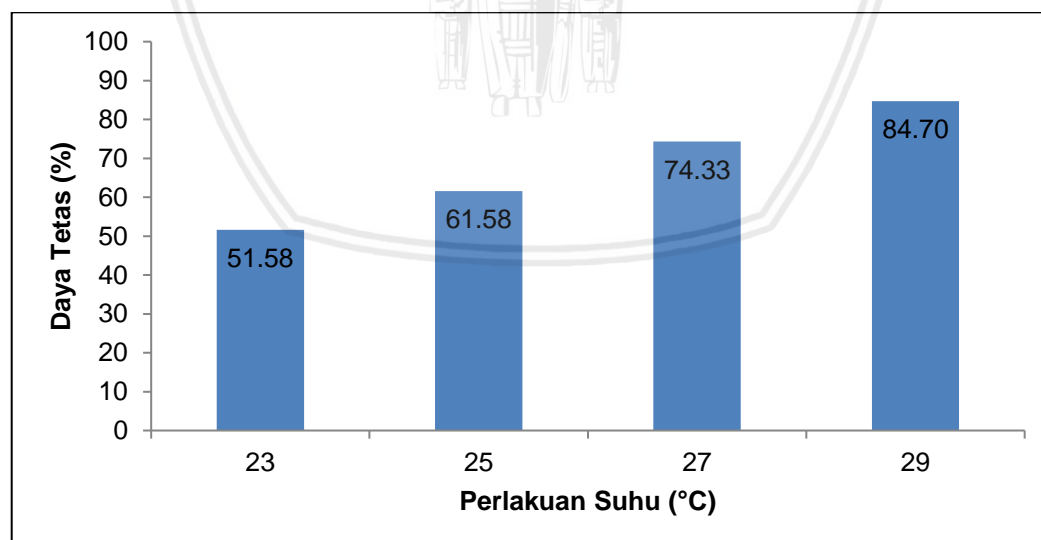
Kemudian dilanjutkan analisis variasi yang disajikan pada Tabel 8.

**Tabel 8.** Analisis Variasi Daya Tetas Telur Ikan Uceng

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
<b>Rata-rata</b>	1	73869,79	73869,79			
<b>Perlakuan</b>	3	2571,42	857,14	3,32 <sup>ns</sup>	3,59	6,22
<b>Acak</b>	11	2843,26	258,48			
<b>Total</b>	15	5414,68				

Keterangan: (ns): tidak berbeda nyata

Berdasarkan hasil perhitungan analisis variasi di atas dapat diketahui bahwa nilai F hitung lebih kecil daripada F tabel 5%, hal ini menunjukkan bahwa perlakuan suhu tanpa arus tidak berbeda nyata dengan perlakuan suhu yang menggunakan arus, sehingga dapat dilanjutkan ke perhitungan RAL.

**Gambar 12.** Diagram Batang Daya Tetas Telur Ikan Uceng

Berdasarkan diagram batang di atas (Gambar 12) dapat diketahui persentase daya tetas dari yang tertinggi yaitu perlakuan D dengan suhu 29°C yaitu 84,70%, sedangkan yang terendah adalah perlakuan A dengan suhu 23°C

dengan rata-rata persentase derajat penguasaan yakni 51,58%. Hasil tersebut sesuai dengan pendapat Busroni (2008) bahwa suhu penetasan 29°C menghasilkan persentase penetasan tertinggi, yaitu sebesar 83%. Sedangkan menurut Putri, *et al.* (2013), suhu penetasan 29-31°C menghasilkan persentase penetasan sebesar 90,90%. Menurut Blaxter (1969), selama proses inkubasi telur, aktivitas-aktivitas yang terjadi dalam telur lebih dipengaruhi oleh faktor lingkungan terutama suhu, selain itu juga dipengaruhi oleh pH dan oksigen terlarut. Kemudian dilanjutkan perhitungan analisis sidik ragam (Tabel 9) untuk mengetahui signifikansi perbedaan rata-rata antar perlakuan.

**Tabel 9.** Analisis Sidik Ragam Daya Tetas Telur Ikan Uceng

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	2571,42	857,14	3,62*	3,49	5,95
Acak	12	2843,26	236,94			
Total	15	5414,68				

Keterangan: (\*): berbeda nyata

Berdasarkan hasil perhitungan analisis sidik ragam di atas dapat diketahui bahwa nilai F hitung lebih besar daripada F tabel 5% dan lebih kecil dari F tabel 1%, hal ini menunjukkan bahwa perlakuan suhu yang berbeda berpengaruh nyata terhadap daya tetas telur ikan uceng. Kemudian dilakukan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) (Tabel 10) untuk mengetahui perbedaan pengaruh pada setiap perlakuan.

**Tabel 10.** Uji BNT Daya Tetas Telur Ikan Uceng

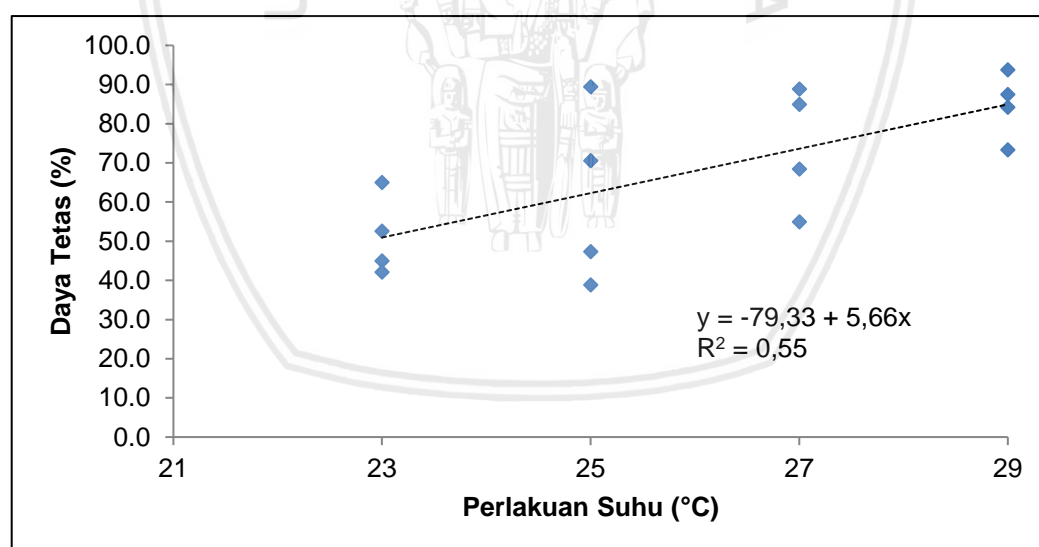
Perlakuan	Rerata	A	B	C	D	NOTASI
		51,18	61,58	74,33	84,70	
A	51,18	-	-	-	-	a
B	61,58	10,40 <sup>ns</sup>	-	-	-	a
C	74,33	23,14 <sup>ns</sup>	12,75 <sup>ns</sup>	-	-	ab
D	84,70	33,51 <sup>**</sup>	23,12 <sup>ns</sup>	10,37 <sup>ns</sup>	-	b

Keterangan: ns : tidak berpengaruh nyata  
 (\*\*): berbeda sangat nyata

Berdasarkan uji BNT di atas dapat diketahui bahwa perlakuan A berpengaruh paling rendah terhadap daya tetas sehingga diberi notasi a.

Perlakuan D memberi pengaruh berbeda sangat nyata terhadap perlakuan A dan B, sehingga mendapat notasi b, tetapi tidak berbeda nyata pada perlakuan C. Perlakuan C tidak berbeda nyata terhadap perlakuan D sehingga diberi notasi ab. Perlakuan D menunjukkan nilai daya tetas tertinggi, kemudian diikuti dengan perlakuan C, B dan terakhir perlakuan A menunjukkan pengaruh paling rendah terhadap daya tetas telur. Langkah selanjutnya yaitu dilakukan perhitungan polinomial ortogonal dengan tujuan mendapatkan kurva regresi dan mengetahui hubungan antara perlakuan suhu yang berbeda terhadap persentase daya tetas telur ikan uceng.

Berdasarkan perhitungan pada uji regresi (Lampiran 10), didapatkan hasil koefisien determinasi ( $R^2$ ) terbesar adalah linier yaitu sebesar 0,55, sehingga didapatkan kurva regresi yang membentuk pola linier. Kurva regresi disajikan pada Gambar 13.



**Gambar 13.** Kurva Regresi Daya Tetas Telur Ikan Uceng

Berdasarkan kurva di atas dapat diketahui bahwa hubungan antara perlakuan suhu yang berbeda dengan daya tetas membentuk pola linier dengan persamaan  $y = -79,33 + 5,66x$  dan koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,55 yang berarti perbedaan suhu berpengaruh sebesar 55% terhadap daya tetas telur.

Berdasarkan hasil hubungan antara perlakuan suhu yang berbeda terhadap daya tetas ikan uceng diperoleh kesimpulan bahwa perlakuan terbaik adalah perlakuan D (29°C) sebesar 84,70%, sedangkan hasil terendah yaitu pada perlakuan A (23°C) sebesar 51,18%. Rendahnya daya tetas pada perlakuan A disebabkan adanya infeksi jamur pada telur, terlihat dari munculnya hifa jamur yang menyerupai benang yang menempel pada telur. Menurut Widyastuti dan Tjokrokusumo (2008), jamur tumbuh baik pada lingkungan dengan kelembaban 60-70% dan suhu berkisar 22-28°C, serta fase pembentukan tubuh memerlukan suhu antara 16-22°C. Suhu juga mempengaruhi aktivitas metabolisme pada perkembangan embrio dan laju penyerapan kuning telur. Aktivitas metabolisme memerlukan energi yang besar sehingga menyebabkan laju penyerapan kuning telur menjadi lebih cepat. Volume kuning telur yang besar akan menghasilkan sumber energi yang mencukupi bagi perkembangan embrio telur ikan sehingga telur cepat menetas (Burmansyah, *et al.*, 2013).

Menurut Andriyanto, *et al.* (2013), suhu mempengaruhi aktivitas enzim yang berperan dalam keberhasilan penetasan telur. Suhu ekstrim akan mengakibatkan kerusakan enzim sehingga kerja enzim terganggu. Peningkatan suhu inkubasi akan mempercepat kerja enzim hingga batas optimal, bila kenaikan suhu terjadi terus-menerus melewati batas toleransi enzim maka akan terjadi perubahan struktur protein dan lemak enzim bahkan dapat merusak enzim sehingga telur tidak dapat menetas. Sedangkan pada suhu rendah aktivitas enzim terhambat bahkan enzim penetasan tidak dapat disekresikan.

#### **4.4 Sintasan Larva Ikan Uceng**

Persentase sintasan larva atau *survival rate* merupakan persentase jumlah larva yang hidup pada akhir pemeliharaan dibandingkan dengan jumlah

telur yang menetas. Larva yang hidup memiliki ciri yakni aktif berenang. Sintasan larva dihitung pada masa akhir pemeliharaan, yakni 14 hari. Hasil perhitungan sintasan larva ikan uceng pada masing-masing perlakuan suhu disajikan pada Tabel 11.

**Tabel 11.** Data Persentase Sintasan Larva Ikan Uceng

Perlakuan	Ulangan (%)				Total (%)	Rerata
	1	2	3	4		
<b>A</b>	22,22	30,77	37,50	50,00	140,49	35,12
<b>B</b>	33,33	17,65	71,43	44,44	166,85	41,71
<b>C</b>	63,64	43,75	46,15	47,06	200,60	50,15
<b>D</b>	57,14	72,73	68,75	66,67	256,20	66,32
<b>Total</b>					773,23	

Kemudian dilanjutkan analisis variasi untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap parameter sintasan larva. Tabel analisis variasi disajikan pada Tabel 12.

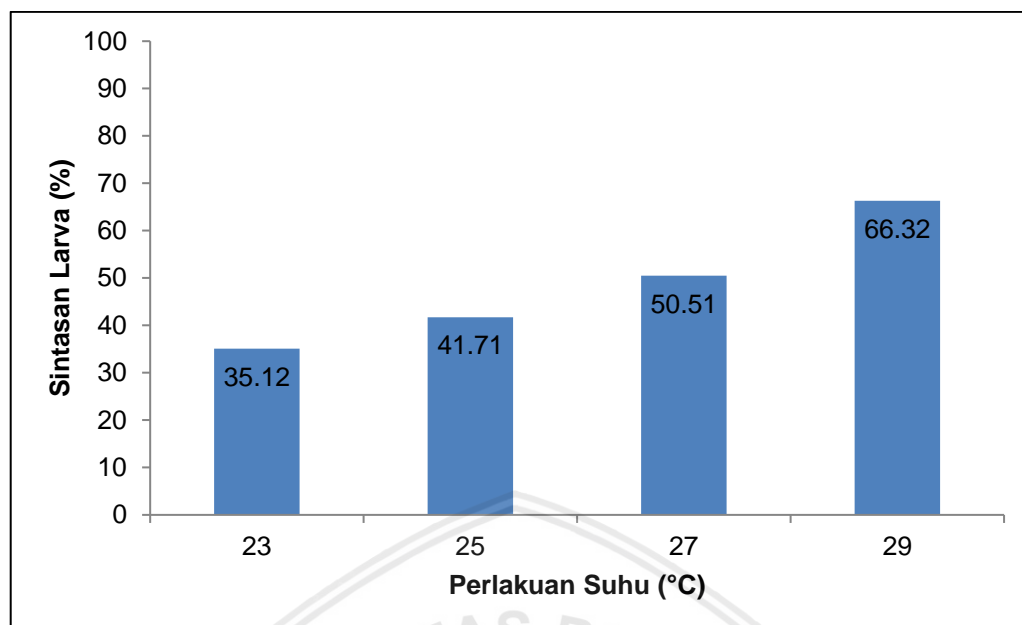
**Tabel 12.** Tabel Analisis Variasi Sintasan Larva Ikan Uceng

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
<b>Rata-rata</b>	1	37367,86	37367,86			
<b>Perlakuan</b>	3	2180,88	726,96	3,43 <sup>ns</sup>	3,59	6,22
<b>Acak</b>	11	2331,89	211,99			
<b>Total</b>	15	4512,77				

Keterangan: (ns): tidak berbeda nyata

Berdasarkan hasil perhitungan analisis variasi di atas dapat diketahui bahwa nilai F hitung lebih kecil daripada F tabel 5% dan F tabel 1%, hal ini menunjukkan bahwa perlakuan suhu tanpa arus tidak berbeda nyata dengan perlakuan suhu yang menggunakan arus terhadap sintasan larva, sehingga dapat dilanjutkan ke perhitungan RAL karena perlakuan bersifat homogen atau tidak berbeda nyata antar perlakuan.

Berdasarkan Tabel 10 dapat dijadikan diagram yang menunjukkan nilai rata-rata tertinggi dan terendah sintasan larva ikan uceng pada masing-masing perlakuan suhu. Diagram batang rata-rata sintasan larva ikan uceng disajikan pada Gambar 14.



**Gambar 14.** Diagram Batang Sintasan Larva Ikan Uceng

Berdasarkan diagram batang di atas dapat diketahui persentase daya tetas dari yang tertinggi hingga terendah yaitu perlakuan D dengan suhu 29°C yaitu 57,23%, kemudian perlakuan C dengan suhu 27°C yaitu 50,15%, kemudian perlakuan B dengan suhu 25°C yaitu 41,71% dan yang terendah adalah perlakuan A dengan suhu 23°C dengan rata-rata persentase sintasan larva yakni 35,12%. Data tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu maka sintasan larva semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan pendapat Taufik, *et al.* (2009) bahwa kisaran suhu air yang optimal untuk mendukung sintasan larva ikan adalah pada suhu stabil 29°C±1°C sampai dengan 32°C±1°C. Berdasarkan data sintasan larva di atas kemudian dilanjutkan perhitungan analisis sidik ragam untuk mengetahui signifikansi perbedaan rata-rata antar perlakuan. Analisis sidik ragam sintasan larva ikan uceng disajikan pada Tabel 13.

**Tabel 13.** Tabel Analisis Sidik Ragam Sintasan Larva Ikan Uceng

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	2180,88	726,96	3,74*	3,49	5,95
Acak	12	2331,89	194,32			
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>4512,77</b>				

Keterangan: (\*): berbeda nyata

Berdasarkan hasil perhitungan analisis sidik ragam di atas dapat diketahui bahwa nilai F hitung lebih besar daripada F tabel 5% dan lebih kecil dari F tabel 1%, hal ini menunjukkan bahwa perlakuan suhu yang berbeda memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap sintasan larva ikan uceng, sehingga dapat dilanjutkan ke uji BNT (Tabel 14).

**Tabel 14.** Uji BNT Sintasan Larva Telur Ikan Uceng

Perlakuan	Rerata	A	B	C	D	NOTASI
		35,12	41,71	50,15	66,32	
<b>A</b>	<b>35,12</b>	-	-	-	-	a
<b>B</b>	<b>41,71</b>	6,59 <sup>ns</sup>	-	-	-	a
<b>C</b>	<b>50,15</b>	15,03 <sup>ns</sup>	8,44 <sup>ns</sup>	-	-	ab
<b>D</b>	<b>66,32</b>	31,20 <sup>*</sup>	24,61 <sup>*</sup>	16,17 <sup>ns</sup>	-	b

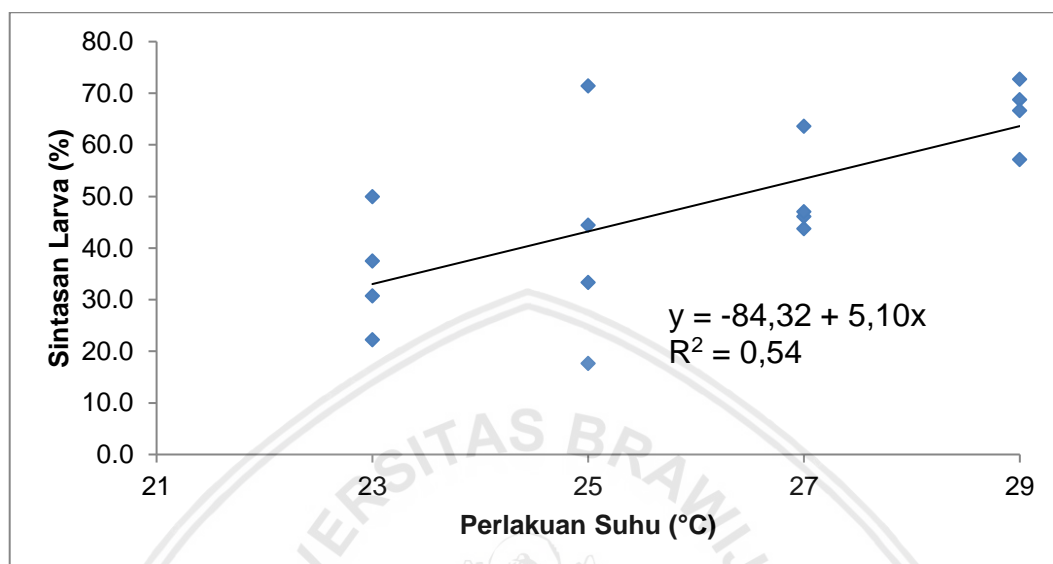
Keterangan: ns : tidak berpengaruh nyata

(\*) : berbeda nyata

(\*\*) : berbeda sangat nyata

Berdasarkan uji BNT di atas dapat diketahui bahwa perlakuan A berpengaruh paling rendah terhadap sintasan larva sehingga diberi notasi a. Perlakuan D menunjukkan pengaruh berbeda nyata terhadap perlakuan A dan B, sehingga diberi notasi b. Perlakuan C tidak berbeda nyata dengan D sehingga diberi notasi ab. Perlakuan D menunjukkan nilai sintasan larva tertinggi, kemudian diikuti dengan perlakuan C, B dan perlakuan A yang menunjukkan persentase sintasan larva terendah. Menurut (Taufik, *et al.*, 2009), suhu media pemeliharaan yang rendah dapat memicu timbulnya penyakit jamur seperti *Saphroregnia* sp. Suhu yang rendah menyebabkan ikan kurang aktif bergerak dan nafsu makan menurun sehingga daya tahan terhadap penyakitnya berkurang. Sintasan larva ikan semakin meningkat dengan bertambahnya suhu dan mencapai kondisi optimal pada suhu antara 29°C sampai dengan 32°C. Pada kondisi lingkungan tersebut proses fisiologi ikan dapat berjalan dengan normal sehingga vitalitas tubuh dapat terjaga dengan baik. Langkah selanjutnya setelah mendapatkan hasil uji BNT yaitu dilakukan perhitungan polinomial

ortogonal dengan tujuan mendapatkan kurva regresi dan mengetahui hubungan antara perlakuan suhu yang berbeda terhadap persentase sintasan larva ikan uceng. Kurva regresi disajikan pada Gambar 15.



**Gambar 15.** Kurva Regresi Sintasan Larva Ikan Uceng

Berdasarkan kurva di atas dapat diketahui bahwa hubungan antara perlakuan suhu yang berbeda dengan sintasan larva ikan uceng membentuk pola linier dengan persamaan  $y = -84,32 + 5,10x$  dan koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,54% yang berarti perbedaan suhu berpengaruh sebesar 54% terhadap sintasan larva.

Berdasarkan hasil hubungan antara perlakuan suhu yang berbeda terhadap sintasan larva ikan uceng diperoleh kesimpulan bahwa perlakuan terbaik adalah perlakuan D (29°C) sebesar 66,32%, sedangkan hasil terendah yaitu pada perlakuan A (23°C) sebesar 35,12%. Sintasan larva ikan uceng pada penelitian ini tergolong rendah. Hal ini berdasarkan pendapat Munjayana, *et al.* (2015) bahwa sintasan larva ikan pada kisaran suhu 23°C-29°C adalah berkisar 83%-95%. Menurut Raseduzzaman, *et al.* (2014), tingkat sintasan larva secara umum meningkat hingga batas tertentu pada umur dan suhu tertentu. Suhu berpengaruh pada aktivitas enzim dan densitas volume mitokondria yang



berbanding lurus dengan aktivitas produksi ATP secara aerobik dan kapasitas penggunaan asam amino secara lengkap dalam pembentukan energi (Johnston dan Wokoma, 1986). Suhu media pemeliharaan memberikan pengaruh yang besar terhadap proses pertukaran zat atau metabolisme larva, hal ini karena suhu dapat mempengaruhi aktivitas larva yang membutuhkan energi untuk beraktivitas. Semakin tinggi suhu maka semakin tinggi aktivitas larva dan semakin besar energi yang dibutuhkan oleh larva (Alpanda, 2013).

Munjayana, et al. (2015) berpendapat bahwa menurunnya tingkat sintasan larva ikan pada suhu 29°C dapat disebabkan karena penggunaan kuning telur yang lebih banyak untuk proses pembentukan dan penyempurnaan organ, sehingga meskipun perkembangan organ berlangsung lebih cepat, namun aktivitas metabolisme yang lain terganggu. Sedangkan pada suhu rendah proses penyempurnaan organ larva untuk mendukung kehidupannya tidak berjalan dengan sempurna. Suhu yang terlalu rendah bagi larva dapat menghambat perkembangan larva dan produksi enzim yang dibutuhkan larva untuk proses tumbuh dan berkembang, sehingga mengakibatkan organ yang menunjang kehidupan larva terhambat.

#### 4.5 Denyut Jantung Embrio Ikan Uceng

Denyut jantung embrio dihitung setelah fase organogenesis, yaitu fase sebelum menetas dan organ jantung sudah terbentuk dan terlihat berdetak. Data perhitungan denyut jantung embrio ikan uceng disajikan pada Tabel 15 dan diagram batang pada Gambar 16.

**Tabel 15.** Denyut Jantung Embrio Ikan Uceng

Perlakuan	Ulangan (denyut/menit)				Total	Rerata
	1	2	3	4		
<b>A</b>	194	152	164	168	678	168,50
<b>B</b>	204	172	187	195	758	189,50
<b>C</b>	216	203	205	204	828	207
<b>D</b>	212	222	203	207	844	211

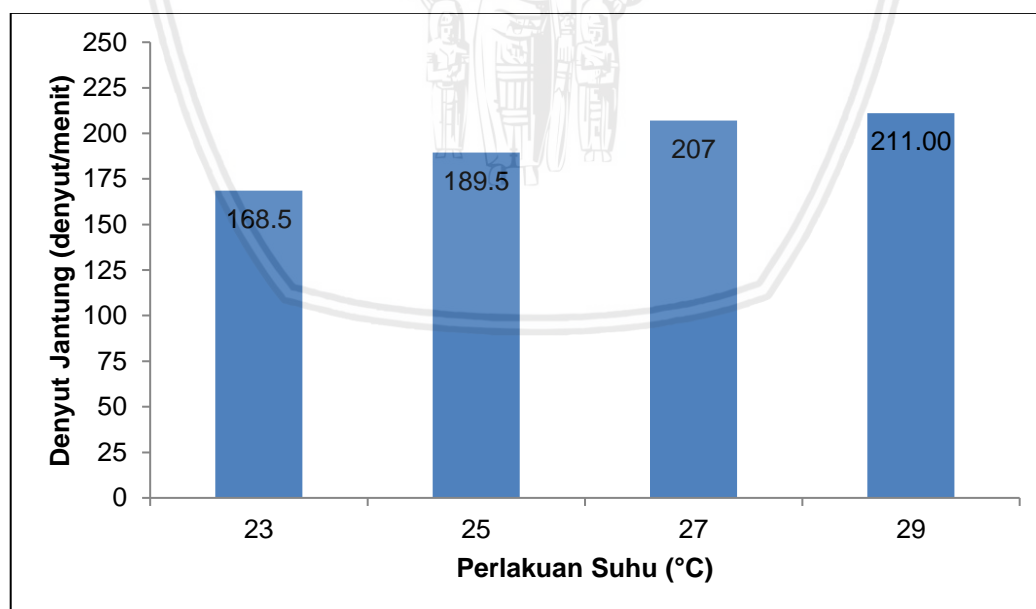
Kemudian dilanjutkan analisis variasi untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap parameter derajat pembuahan. Tabel analisis variasi disajikan pada Tabel 16.

**Tabel 16.** Analisis Variasi Denyut Jantung Embrio Ikan Uceng

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Rata-rata	1	603729	603729			
Perlakuan	3	4313	1437,67	8,77**	3,59	6,22
Acak	11	1804	164			
Total	15	6117				

Keterangan: (\*): berbeda nyata

Berdasarkan hasil perhitungan analisis variasi di atas dapat diketahui bahwa nilai F hitung lebih besar daripada F tabel 5% dan F tabel 1%, hal ini menunjukkan bahwa perlakuan suhu dengan arus berbeda sangat nyata terhadap perlakuan suhu tanpa arus sehingga tidak dilanjutkan ke perhitungan RAL karena tidak homogen. Kemudian dibuat diagram batang untuk mengetahui rata-rata denyut jantung masing-masing perlakuan (Gambar 16).



**Gambar 16.** Diagram Batang Denyut Jantung Embrio Ikan Uceng

Berdasarkan tabel dan gambar di atas dapat diketahui rata-rata jumlah denyut jantung per menit tertinggi hingga terendah yaitu perlakuan D dengan suhu 29°C yaitu 211 denyut/menit, kemudian perlakuan C dengan suhu 27°C

yaitu 207 denyut/menit, kemudian perlakuan B dengan suhu 25°C yaitu 189,50 denyut/menit dan yang terendah adalah perlakuan A dengan suhu 23°C yaitu 168,50 denyut/menit. Data tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu maka denyut jantung embrio semakin cepat. Hal ini sesuai dengan pendapat Gusnita (2017) bahwa perlakuan suhu rendah dan suhu tinggi mempengaruhi detak jantung ikan, dimana pada suhu tinggi detak jantung semakin cepat. Costa, *et al.* (2000) juga berpendapat bahwa Ikan mengalami bradikardia atau detak jantung lebih rendah dari kondisi normal saat diberi perlakuan suhu rendah, sedangkan pada suhu yang lebih tinggi ikan mengalami takikardia atau detak jantung lebih cepat. Rangsangan lingkungan yang mendadak dapat mengurangi atau menaikkan ritme jantung.

Menurut Taylor, *et al.* (1996), detak jantung dapat meningkat untuk mengkompensasi penurunan daya dukung oksigen pada suhu yang lebih tinggi, sehingga menjamin pengiriman oksigen ke jaringan. Menurut Ito, *et al.* (2002), konsumsi oksigen pada suhu tinggi lebih besar dibandingkan pada saat suhu rendah, sehingga pada saat suhu tinggi kontraksi jantung lebih tinggi dan aktivitas jantung yang rendah pada suhu rendah berkaitan dengan minimalisasi konsumsi oksigen. Blank, *et al.* (2003) menyatakan bahwa pada suhu tinggi jantung akan memompa lebih sering untuk memperoleh oksigen.

#### **4.6 Kebutuhan Oksigen untuk Perkembangan Embrio**

Kebutuhan oksigen merupakan selisih kadar oksigen terlarut pada saat telur ditebar dengan kadar oksigen terlarut saat telur menetas. Kebutuhan oksigen dihitung ketika semua telur sudah menetas. Oksigen terlarut dihitung untuk mengetahui oksigen yang dibutuhkan untuk perkembangan embrio. Rata-rata kebutuhan oksigen terlarut selama perkembangan embrio pada masing-masing perlakuan disajikan pada Tabel 17.

**Tabel 17.** Kebutuhan Oksigen untuk Perkembangan Embrio Ikan Uceng

Perlakuan	DO <sub>0</sub> (mg/L)	DO <sub>t</sub> (mg/L)	ΔDO (mg/L)
A (23°C)	5,40	4,57	0,83
B (25°C)	5,69	4,55	1,14
C (27°C)	5,86	4,28	1,58
D (29°C)	5,72	4,07	1,65

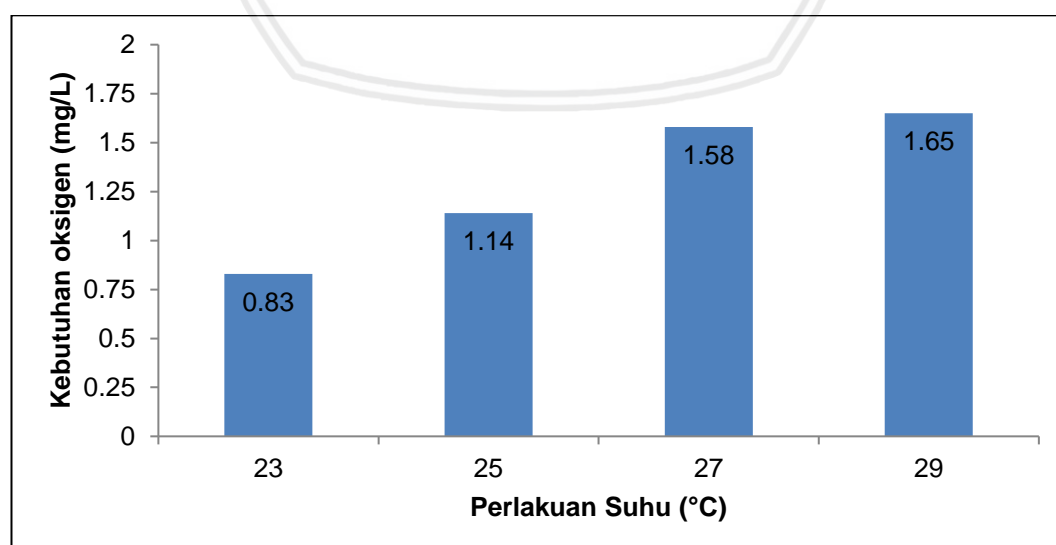
Kemudian dilanjutkan analisis variasi untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap parameter kebutuhan DO. Tabel analisis variasi disajikan pada Tabel 18.

**Tabel 18.** Analisis Variasi Kebutuhan Oksigen Perkembangan Embrio Ikan Uceng

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Rata-rata	1	27,01	27,01			
Perlakuan	3	1,77	0,59	2,64 <sup>ns</sup>	3,59	6,22
Acak	11	2,46	0,22			
Total	15	4,22				

Keterangan: (ns): tidak berbeda nyata

Berdasarkan hasil perhitungan analisis variasi di atas dapat diketahui bahwa nilai F hitung lebih kecil daripada F tabel 5%, hal ini menunjukkan bahwa perlakuan suhu dengan arus tidak berbeda dengan perlakuan suhu tanpa arus sehingga dapat dilanjutkan ke perhitungan RAL karena bersifat homogen. Kemudian dibuat diagram batang rata-rata kebutuhan oksigen (Gambar 17).

**Gambar 17.** Diagram Batang Denyut Jantung Embrio Ikan Uceng

Berdasarkan gambar di atas dapat diketahui rata-rata jumlah kebutuhan oksigen tertinggi yaitu perlakuan D dengan suhu 29°C yaitu 1,65 mg/L, sedangkan yang terendah adalah perlakuan A dengan suhu 23°C yaitu 0,83 mg/L. Data tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu maka kebutuhan oksigen semakin banyak. Hal ini sesuai dengan pendapat Blank, *et al.* (2003) bahwa konsumsi oksigen pada suhu rendah lebih sedikit dibandingkan pada suhu tinggi, sehingga pada suhu tinggi jantung akan memompa lebih sering untuk memperoleh oksigen. Menurut Boulekbache (1981), konsumsi oksigen sering digunakan untuk memperkirakan laju metabolisme. Konsumsi oksigen meningkat seiring dengan fase perkembangan embrio, dimana pada fase awal perkembangan embrio (*cleavage*) konsumsi oksigen lebih sedikit dibandingkan pada fase segmentasi hingga akan menetas. Kemudian dilanjutkan analisis sidik ragam (Tabel 19) untuk mengetahui pengaruh suhu terhadap parameter.

**Tabel 19.** Tabel Analisis Sidik Ragam Kebutuhan Oksigen Embrio Ikan Uceng

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	1,77	0,59	2,88 <sup>ns</sup>	3,49	5,95
Acak	12	2,46	0,20			
Total	15	4,22				

Keterangan: (ns): tidak berbeda nyata

Berdasarkan hasil perhitungan analisis sidik ragam di atas dapat diketahui bahwa nilai F hitung lebih kecil daripada F tabel 5%, hal ini menunjukkan bahwa perlakuan suhu yang berbeda tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kebutuhan oksigen embrio ikan uceng, sehingga tidak dilanjutkan ke uji BNT.

Ketersediaan oksigen merupakan faktor yang sangat penting dalam perkembangan embrio. Konsentrasi oksigen yang rendah pada tahap perkembangan awal dapat menyebabkan keterbelakangan perkembangan atau bahkan terhentinya perkembangan. Selama fase pembelahan awal, konsumsi oksigen embrio cukup rendah, namun jika konsentrasi oksigen mendekati nol

dapat mengakibatkan hipoksia atau kekurangan oksigen (Levels, *et al.*, 1986). Menurut Effendi (1978), kurangnya oksigen tidak hanya memperlambat perkembangan embrio, namun juga dapat menimbulkan kematian. Oksigen yang rendah saat inkubasi telur akan mengakibatkan ukuran kuning telur lebih kecil dan lemah.

#### 4.7 Kualitas Air

Kualitas air yang diamati pada penelitian ini antara lain suhu, oksigen terlarut (DO) dan pH. Hasil pengukuran kualitas air selama penelitian disajikan pada Tabel 20.

**Tabel 20.** Data Kisatan Kualitas Air

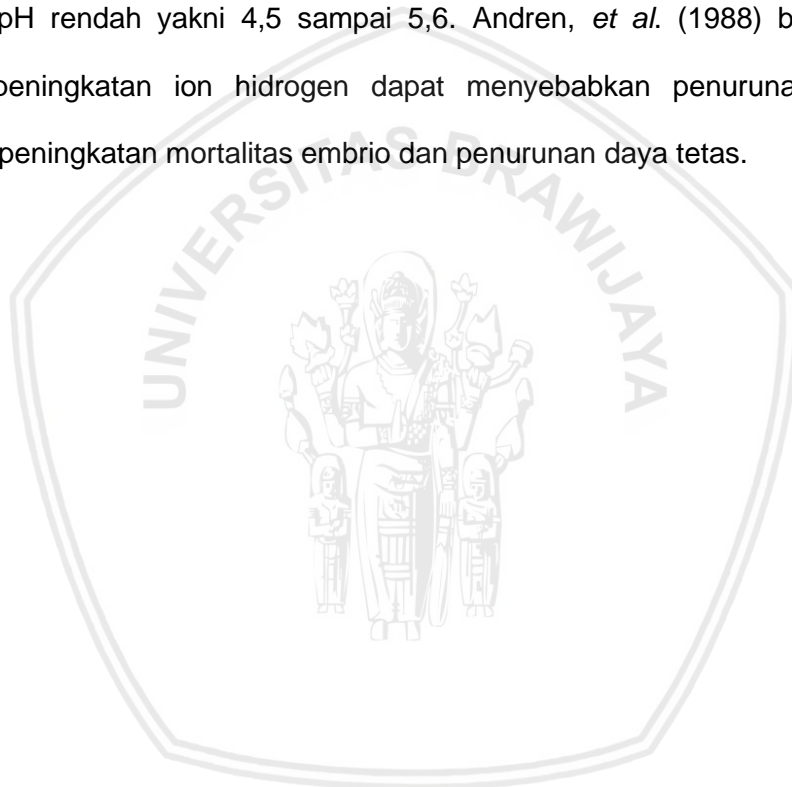
Parameter	Kisaran	Literatur Pemanding
Suhu (°C)	22,9 – 29,7	23 – 30 (Ath-thar, <i>et al.</i> , 2018)
DO (mg/L)	4,13 – 7,81	> 4 (Kordi, 2010)
pH	7,48 – 9,06	6 – 9 (Jeziarska dan Bartnicka, 1995)

Kisaran suhu yang diperoleh selama penelitian adalah 22,9°C sampai dengan 29,7°C. Kisaran suhu tersebut masih dalam batas toleransi untuk penetasan telur dan pemeliharaan larva. Menurut Effendi (1997) lama penetasan telur tidak sama tergantung pada spesies ikan dan faktor luar. Faktor luar yang terutama mempengaruhi penetasan adalah suhu. Suhu air media penetasan mempengaruhi cepat atau lambatnya waktu yang dibutuhkan dalam laju perkembangan embrio hingga menjadi larva.

Kisaran oksigen terlarut (DO) yang diperoleh selama penelitian adalah 4,13 – 7,81 mg/L. Kisaran tersebut termasuk optimal berdasarkan Kordi (2010). Menurut Zonneveld, *et al.* (1991), media yang mengandung konsentrasi DO rendah akan mempengaruhi kesehatan ikan, karena pada DO rendah ikan mudah terserang penyakit. Oksigen selain dibutuhkan dalam proses metabolisme juga untuk aktivitas bergerak. Oksigen berperan dalam respirasi aerobik yang

digunakan untuk proses pemecahan senyawa glukosa yang kemudian menghasilkan energi.

Kisaran pH yang diperoleh selama penelitian adalah 7,48 – 9,06. Kisaran tersebut termasuk cukup optimal dalam penetasna telur dan kehidupan larva. Menurut Jezierska dan Bartnicka (1995), pH yang optimal untuk kehidupan ikan adalah 6–9. pH air yang rendah dapat menyebabkan timbulnya penyakit jamur. Menurut Cappuccino dan Sherman (2014), jamur tumbuh pada lingkungan dengan pH rendah yakni 4,5 sampai 5,6. Andren, *et al.* (1988) berpendapat bahwa peningkatan ion hidrogen dapat menyebabkan penurunan motilitas sperma, peningkatan mortalitas embrio dan penurunan daya tetas.



## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan berdasarkan penelitian mengenai pengaruh suhu yang berbeda terhadap derajat pembuahan, perkembangan embrio, daya tetas dan sintasan larva ikan uceng adalah sebagai berikut.

- 1) Suhu media dengan arus diketahui berpengaruh berbeda nyata terhadap suhu media tanpa arus pada derajat pembuahan, tetapi tidak berbeda nyata pada daya tetas telur dan sintasan larva.
- 2) Persentase derajat pembuahan terbaik yaitu perlakuan A dengan suhu 23°C sebesar 97,5%, sedangkan persentase daya tetas dan sintasan larva terbaik ditunjukkan pada perlakuan D (29°C) dengan nilai sebesar 84,70% untuk daya tetas dan 66,32% untuk sintasan larva.
- 3) Perlakuan D dengan suhu 29°C menunjukkan waktu penetasan tercepat yakni 19 jam 7 menit dengan denyut jantung 211 denyutan per menit.
- 4) Suhu diketahui berpengaruh terhadap konsumsi oksigen, dimana pada suhu tinggi konsumsi oksigen lebih tinggi daripada suhu rendah.

### 5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian mengenai pengaruh suhu yang berbeda terhadap derajat pembuahan, perkembangan embrio, daya tetas dan sintasan larva ikan uceng adalah untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai faktor kualitas air selain suhu, seperti pH, oksigen terlarut dan salinias sehingga dapat menghasilkan daya tetas dan sintasan larva ikan uceng yang lebih tinggi. Saran kedua adalah dilakukannya pengontrolan media penetasan dan pemeliharaan larva untuk menghindari adanya infeksi jamur. Saran ketiga yakni dilakukannya penelitian mengenai



pengaruh suhu terhadap komoditas ikan lokal yang jarang dikembangkan lainnya.



## DAFTAR PUSTAKA

- Alpanda, M. 2103. Pengaruh Perbedaan Suhu terhadap Efisiensi Pemanfaatan Kuning Telur (*Yolk-Sac*) sebagai Indikator Kelangsungan Hidup Larva Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Padjajaran. Jatinangor. 38 hlm.
- Amarullah, M. H. 2008. Hidro-biologi larva ikan dalam proses rekrutmen. *J. Hidrosfir Indonesia*. **3**(2): 75-80.
- Andalusia, R., A. S. Mubarak dan Y. Dhamayanti. 2008. Respon pemberian ekstrak hipofisa ayam broiler terhadap waktu latensi, keberhasilan pembuahan dan penetasan pada pemijahan ikan komet (*Carassius auratus auratus*). *Berkala Ilmiah Perikanan*. **3**(1): 21-27.
- Andren, C., L. Henrikson, M. Olsson and G. Nilson. 1988. Effects of pH and aluminium on embryonic and early larval stages of Swedish brown frogs *Rana arvalis*, *R. temporaria* and *R. dalmatina*. *Holarctic Ecology*. **11**: 127-135.
- 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 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*. **8**(2): 17-27.
- Asma, N., Z. A. Muchlisin dan I. Hasri. 2016. Pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan peres (*Osteochilus vittatus*) pada ransum harian yang berbeda. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*. **1**(1): 1-11.
- Ath-thar, M. H. F., A. Ambarwati, D. T. Soelistyowati dan A. H. Kristanto. 2018. Keragaman Genotipe dan Fenotipe Ikan Uceng *Nemacheilus fasciatus* (Valenciennes, 1846) Asal Bogor, Temanggung dan Blitar. *Jurnal Riset Akuakultur*. **13**(1): 1-10.
- Blank, J. M., J. M. Morrisette, A. M. Landeira-Fernandez, S. B. Blackwell, T. D. Williams and B. A. Block. 2003. In situ cardia performance of Pacific Bluefin tuna hearts in response to acute temperature change. *The Journal of Experimental Biology*. **207**: 881-890.
- Blaxter, J. H. S. 1969. 4 development: Eggs and larvae. Reproduction and Growth Bioluminescence, Pigments and Poisons. *Fish Physiology*. **3**: 177-252
- Bleeker, P. 2012. The fishes of the Indian Archipelago: Part II Cyprini. *Zool. Med. Leiden*. **86**(1): 1-469.

- Bohlen, J. and V. Slechtova. 2011. *Nemacheilus paucimaculatus*, a new species of loach from the Southern Malay Peninsula (teleostei: nemacheilidae). *The Raffles Bulletin of Zoology*. **59**(2): 201-204.
- Boulekbache, H. 1989. Energy metabolism in fish development. *Am. Zool.* **21**: 377-389.
- Budiarto, E. dan D. Angraeni. 2003. Pengantar Epidemiologi. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta. 150 hlm.
- Burmansyah, Muslim dan M. Fitriani. 2013 Pemijahan ikan betook (*Anabas testudineus*) semi alami dengan *sex ratio* berbeda. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*. **1**(1): 23-33.
- Busroni. 2008. Penetasan telur ikan kerapu sunu (*Plectropomus* sp) pada suhu yang berbeda. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Indralaya.
- Cappuccino, J. G. and N. Sherman. 2014. Microbiology: A Laboratory Manual. Pearson Education. London. 544 p.
- Costa, M. J., L. Rivaroli, F. T. Rantin and A. L. Kalinin. 2000. Cardiac tissue function of the teleost fish *Oreochromis niloticus* under different thermal conditions. *J. Therm Biol.* **25**(5): 373-379.
- Cuvier, G. and A. Valenciennes. 1846. Histoire Naturelle des Poissons. Levrault. Paris. 424 pp.
- Effendie, M. I. 1978. Biologi Perikanan. Diktat Pengantar Perkuliahan. Fakultas Perikanan IPB. Bogor. 79 hlm.
- Effendie, M. I. 1979. Metode Biologi Perikanan. Yayasan Dewi Sri. Bogor. 112 hlm.
- Effendie, M. I. 1997. Biologi Perikanan. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta. 174 hlm.
- Effendie, M. I. 1997. Metoda Biologi Perikanan. Yayasan Dewi Sri. Bogor. 112 hlm.
- Effendie, M. I. 2002. Biologi Perikanan. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta. 163 hlm.
- 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.
- Ghofur, M., M. Sugihartono dan R. Thomas. 2014. Efektifitas pemberian ekstrak daun sirih (*Piper betle*. L) terhadap penetasan telur ikan gurami (*Osphronemus gouramy*. Lac). *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*. **14**(1): 37-44.

- Gusnita, H. 2017. Pengaruh Suhu terhadap Detak Jantung Ikan untuk Pengembangan Metode Penangkapan Ikan. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. Bogor. 31 hlm.
- Haryono. 2017. Fauna ikan air tawar di perairan kawasan Gunung Sawal, Jawa Barat, Indonesia. *Berita Biologi*. **16**(2): 147-156.
- Hutagalung, H. P. 1988. Pengaruh suhu air terhadap kehidupan organisme laut. *Oseana*. **8**(4): 153-164.
- Hutagalung, J., H. Alawi dan Sukendi. 2016. Pengaruh suhu dan oksigen terhadap penetasan telur dan kelulushidupan awal larva ikan pawas (*Osteochilus hasselti* C.V.). *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau*. 1-13.
- l'tishom, R. 2008. Pengaruh sGnRH $\alpha$  + domperidon dengan dosis pemberian yang berbeda terhadap ovulasi ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) strain punten. *Berkala Ilmiah Perikanan*. **3**(1): 9-16.
- Iswanto, B. dan E. Tahapari. 2011. Embriogenesis dan perkembangan larva patin hasil hibridisasi antara betina ikan patin siam (*Pangasianodon hypophthalmus* Sauvage, 1878) dengan jantan ikan patin jambal (*Pangasius djambal* Bleeker, 1846) dan jantan patin nasutus (*Pangsius nasutus* Bleeker, 1863). *J. Ris. Akuakultur*. **6**(2): 169-186.
- Ito, H., S. Akiyama and T. Arimoto. 2002. Temperature effect on the function of heart beat for carp *Cyprinus carpio*. *Fish Sci*. **68**(1): 465-466.
- Jezierska, B. and B. Bartnicka. 1995. The effect of pH on embryonic development of carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture*. **129**: 133-137.
- Johnston, I. A. and A. Wokoma. 1986. Effects of temperature and thermal acclimation on contractile properties and metabolism of skeletal muscle in the flounder (*Platichthys flesus* L.). *J. Exp. Biol*. **120**: 119-130.
- Kelabora, D. M. 2010. Pengaruh suhu terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan larva ikan mas (*Cyprinus carpio*). *Berkala Perikanan Terubuk*. **38**(1): 71-81.
- Khairuman dan K. Amri. 2008. Buku Pintar Budi Daya 15 Ikan Konsumsi. Agro Media Pustaka. Jakarta. 358 hlm.
- Khasanah, U., L. Sulmartiwi dan R. J. Triastuti. 2016. Embriogenesis dan daya tetas telur ikan komet (*Carassius auratus auratus*) pada suhu yang berbeda. *Journal of Aquaculture and Fish Health*. **5**(3): 108-117.
- Kordi, M. G. H. 2010. Panduan Lengkap Memelihara Ikan Air Tawar di Kolam Terpal. ANDI. Yogyakarta. 280 hlm.
- Levels, P. J., R. E. M. B. Gubbels and J. M. Denuce. 1986. Oxygen consumption during embryonic development of the annual fish *Nothobranchius korthausae* with special reference to diapause. *Comp. Biochem. Physiol*. **84A**(4): 767-770.

- Mandiri, T. W. 2007. Penetasan Telur Ikan Gurami (*Osphronemus gourami*. Lac) menggunakan Larutan Yodium. Skripsi. Universitas Jenderal Soedirman. Purwokerto.
- Munjayana, L. Sulmartiwi dan S. Andriyono. 2015. Perkembangan organ dan tingkat kelulushidupan larva ikan komet (*Carassius auratus auratus*) hasil penetasan pada suhu yang berbeda. *Jurnal Akuakultur*. **1**: 1-7.
- Nawir, M., Sukendi dan Nuraini. 2016. The embryonic of pawas (*Osteochilus hasselti* C.V) with different temperature. *Jurnal Online Mahasiswa*. **3**(2): 1-11.
- Nickoloff, J. A. 1995. Animal Cell Electroporation and Electrofusion Protocols. Methods in Molecular Biology. Vol. 48. Springer Science & Business Media. Berlin. 369 p.
- 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. *Jurnal of Management of Aquatic Resoirces*. **1**(1): 1-16.
- 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.
- Nuraini, H. Alawi, Nurasiah dan N. Aryani. 2013. Pengaruh sGnRH+ domperidone dengan dosis yang berbeda terhadap pembuahan dan penetasan telur ikan selais (*Ompok rhadinurus* Ng). *Jurnal Terubuk*. **41**(2): 1-8.
- Nurhidayat, L., F. N. Arviani dan B. Retnoaji. 2017. Indeks gonadosomatik dan struktur histologis gonad ikan uceng (*Nemacheilus fasciatus*, Valenciennes in Cuvier and Valenciennes, 1846). *Biosfera*. **34**(2): 67-74.
- Odum, E. P. 1971. Fundamental of Ecology. WB Saunders Company. Philadelphia. 574 p.
- Prakoso, V. A., J. Subagja dan A. H. Kristanto. 2017. Aspek biologi reproduksi dan pola pertumbuhan ikan uceng (*Nemacheilus fasciatus*) dalam pemeliharaan di akuarium. *Media Akuakultur*. **12**(2): 6-74.
- Prama, H., M. Nur dan E. Ayuzar. 2014. Pengaruh penambahan bahan pengencer sperma terhadap fertilitas spermatozoa ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*). *Acta Aquatica*. **1**(1): 46-52.
- Putri, D. A., Muslim dan M. Fitriani. 2013. Persentase penetasan telur ikan betook (*Anabas testudineus*) dengan suhu inkubasi yang berbeda. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*. **1**(2): 184-191.
- Putri, Y. S. 2012. Skrinning dan Uji Aktivitas Enzim Protease Bakteri dari Limbah Rumah Pemotongan Hewan. Skripsi. Universitas Airlangga. Surabaya. 83 hlm.

- Raco, J. R. 2010. Metode Penelitian Kualitatif. Grasindo. Jakarta. 172 hlm.
- Raseduzzaman, M., M. S. Mahfuj, M. A. Samad, B. M S. Rahman, M. G. Sarower and A. K. Barman. 2014. Estimation of growth and survival of comet gold fish *Carassius auratus* by using artificial and natural feeds in closed glass fiber aquaria. *American Journal of Zoological Research*. **2**(2): 33-36.
- Redha, A. R., E. I. Raharjo dan H. Hasan. 2014. Pengaruh suhu yang berbeda terhadap perkembangan embrio dan daya tetas telur ikan kelabau. (*Osteochilus melanopleura*). *Jurnal Ruaya*. **4**: 1-8.
- Salmin. 2005. Oksigen terlarut (DO) dan kebutuhan oksigen biologi (BOD) sebagai salah satu indikator untuk menentukan kualitas perikanan. *Oseana*. **30**(3): 21-26.
- Sari, M. A., P. W. Purnomo dan Haeruddin. 2016. Analisis kebutuhan oksigen untuk dekomposisi bahan organik sedimen di kawasan mangrove Desa Bedono Demak. *Diponegoro Journal of Maquares*. **5**(4): 285-292.
- Sastrosupadi, A. 2000. Rancangan Percobaan Praktis Bidang Pertanian. Kanisius. Yogyakarta. 277 hlm.
- Semidang, D. A., F. S. Mumpuni dan Rosmawati. 2018. Pematangan induk ikan nilam (*Osteochilus hasselti*) dengan teknik implantasi menggunakan hormone HCG (*Human Chorionic Gonadotropin*). *Jurnal Mina Sains*. **4**(1): 26-37.
- Setyono, B. 2009. 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): 1-12.
- Sinaga, T. P. 1995. Bioekologi Komunitas Ikan di Sungai Banjarn Kab. Banyumas Jawa Tengah. Tesis. Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Sinjal, H. 2014. Efektivitas ovaprim terhadap lama waktu pemijahan, daya tetas telur dan sintasan larva ikan lele dumbo, *Clarias gariepinus*. *Budidaya Perairan*. **2**(1): 14-21.
- Sitanggang, L. 2014. Profil Asam Lemak dan Jaringan Baby Fish Mas (*Cyprinus carpio*) pada Berbagai Umur Panen. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Smyly, W. J. P. 1955. On the biology of the stone-loach *Nemacheilus barbatula* (L.). *Journal of Animal Ecology*. **24**(1): 167-186.
- Soehono, L. A., M. B. Mitakda dan D. Masrokhah. 2017. Pecobaan Faktorial dengan Analisis Data Menggunakan Software Genstat. Universitas Brawijaya Press. Malang. 138 hlm.
- Tang, U. M. dan R. Affandi. 2001. Biologi Reproduksi Ikan. Uni Press. Pekanbaru. 153 hlm.

- Taufik, I., Z. I. Azwar dan Sutrisno. 2009. Pengaruh perbedaan suhu air pada pemeliharaan benih ikan betutu (*Oxyeleotris marmorata* Blkr) dengan sistem resirkulasi. *J. Ris. Akuakultur*. **4**(3): 319-325.
- Taylor, S. E., S. Egginton and E. W. Taylor. 1996. Respiratory and morphometric limits to maximal sustainable exercise in the rainbow trout with seasonal temperature acclimatization. *The Journal of Experimental Biology*. **199**: 833-845.
- Tsai, H., M. Chang, S. Liu, G. Abe and K. G. Ota. 2013. Embryonic development of goldfish (*Carassius auratus*): A model for the study of evolutionary change in developmental mechanisms by artificial selection. *Developmental Dynamics*. **242**: 1262-1283.
- Wicaksono, Y. 2006. Aplikasi Excel dalam Menganalisis Data. Elex Media Komputindo. Jakarta. 191 hlm.
- Widyastuti, N. dan D. Tjokrokusumo. 2008. Aspek lingkungan sebagai faktor penentu keberhasilan budidaya jamur tiram (*Pleurotus* sp.). *J. Tek. Ling.* **9**(3): 287-293.
- Yamagami, K. 1988. Mechanism of hatching in fish. *Fish Physiology*. **11**(A): 447-499.
- Yuliani, F., S. Z. Musthofa, T. Kadarini dan D. Elfidasari. 2013. Perkembangan larva ikan rainbow boesemani (*Melanotaenia boesemani*): Tahap pembentukan sirip dan pembelokan tulang ekor. *Unnes Journal of Life Science*. **2**(2): 100-104.
- Yusriah dan N. D. Kuswytasari. 2013. Pengaruh pH dan suhu terhadap aktivitas protease *Penicillium* sp. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. **2**(1): 48-50.
- Yustysi, D. P., F. Basuki dan T. Susilowati. 2016. Analisis karakter reproduksi dan performa benih pendederan ikan nila pandu F6 dengan ikan nila nilasa (*Oreochromis niloticus*) secara resiprokal. *Journal of Aquaculture Management and Technology*. **5**(1): 116-123.
- Zairin, Jr., K. R. Sari dan M. Raswin. 2005. Pemijahan ikan tawes dengan sistem imbas memijahkan ikan mas sebagai pemicu. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. **4**(2): 103-108.
- Zhu, X., L. Zhu, Y. Li, Z. Duan, W. Chen and P. J. J. Alvarez. 2007. Developmental toxicity in zebrafish (*Danio rerio*) embryos after exposure to manufactured nanomaterials: buckminsterfullerene aggregates (nC<sub>60</sub>) and fullerol. *Environmental Toxicology and Chemistry*. **26**(5): 976-979.
- Zonneveld, N., E. A. Huisman dan J. H. Boon. 1991. Prinsip-prinsip Budidaya Ikan. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 317 hlm.

## GLOSARIUM

### A

- Aerobik** : Proses pemanfaatan oksigen untuk menghasilkan energi.
- Aorta** : Arteri terbesar dalam tubuh yang berasal dari jantung dan memasok darah ke seluruh tubuh.
- Asam amino** : Senyawa organik yang memiliki gugus karboksil dan amina.
- ATP** : Adenosin trifosfat, merupakan senyawa kimia yang dapat menyimpan energi dalam sel.

### B

- Barbel** : Sungut yang terdapat di sekitar mulut ikan yang berfungsi sebagai indera peraba dan sensor lingkungan.
- Blastocoel** : Rongga yang terdapat pada fase blastula yang terbentuk ketika sel embrio (struktur blastomer) terus membelah, bergerak, dan membentuk rongga pada bagian dalam (membentuk struktur bola berongga).
- Blastoderm** : Lapisan permukaan pada blastula.
- Blastodisc** : Lapisan sel yang berasal dari nukleus dan sitoplasma telur yang terbuahi mengalami pengelupasan hingga menghasilkan cakram berlapis dua yang mengelilingi *blastocoel*.
- Blastomer** : Sel yang dihasilkan dari proses pembelahan. Sel telur yang dibuahi (zigot) terbelah untuk membuat dua sel blastomer yang pada gilirannya membelah empat dan seterusnya.
- Blastopora** : Anak sel yang dihasilkan dari sel induk.
- Blastula** : Bentuk lanjutan dari morula yang terus mengalami pembelahan. Bentuk blastula ditandai dengan mulai adanya perubahan sel dengan mengadakan pelekukan yang tidak beraturan.
- Bradikardia** : Kondisi dimana jantung berdetak lebih lambat dari biasanya.

### C

- Chorion** : Membran terluar pada embrio.
- Chorionase** : Enzim yang melunakkan korion selama proses penetasan telur.



Cincin germinal : Lapisan sel yang terbentuk selama proses pembentukan gastrula, lapisan ini yang kemudian membentuk jaringan serta organ.

*Cleavage* : Pembelahan pertama yang ditandai dengan terbentuknya blastomer dan terdapat butiran minyak pada sisi telur antara kutub anima dan kutub vegetative.

## D

*Diencephalon* : Divisi dari otak depan yang membentuk inti serebrum (otak besar), berperan dalam pengendalian motoik, pengganti informasi alat indera dan pengendali fungsi otonomi.

## E

Elektron : Partikel sub atom yang bermuatan negatif.

Ektoderm : Lapisan tubuh bagian luar yang akan berkembang menjadi lapisan luar pelindung tubuh (pada hewan tertentu menjadi susunan saraf pusat).

Embrio : Sel yang terbentuk dari hasil pembuahan spermatozoa dengan sel telur yang akan berkembang menjadi organisme.

Embriogenesis : Proses pembentukan dan perkembangan embrio.

Endoderm : Lapisan tubuh bagian dalam yang akan berkembang menjadi saluran pencernaan dan hati.

Enzim : Biomolekul berupa protein yang berfungsi sebagai katalis dalam suatu reaksi kimia organik.

Epiboli : Gerakan lapisan ectoderm yang terjadi di luar embrio.

Epidermis : Lapisan jaringan paling luar yang berfungsi sebagai pelindung atau menutupi seluruh organ.

## F

Fertil : Istilah untuk menandakan kesuburan dari suatu organ reproduksi.

## G

Gastrula : Bentuk lanjutan dari blastula yang pelekukan tubuhnya sudah semakin nyata dan mempunyai lapisan dinding tubuh embrio serta rongga tubuh.

Glikan : Polisakarida yang terdiri dari homoglikan dan heteroglikan.

Glikoprotein : Protein yang memiliki rantai oligosakarida yang mengikat glikan dengan ikatan kovalen pada rantai polipeptida.

Gonad : Organ reproduksi yang menghasilkan gamet (telur/sperma).

## H

Hemisfer : Dua sisi simetris yang membagi otak besar.

Hipoksia : Kondisi kekurangan oksigen pada sel dan jaringan tubuh.

*Hypoblast* : Selapis sel kuboid kecil di bagian luar yang berbatasan dengan rongga bakal kuning telur.

## I

Ikatan kovalen : Ikatan yang terbentuk di antara dua atom yang ingin menangkap elektron.

## K

Kantung olfaktori : Tempat pertukaran udara dan berperan penting dalam penciuman.

Kuning telur : Cadangan makanan untuk embrio agar dapat berkembang.

Kutub anima : Tempat badan polar mengalami pembelahan meiosis dan terlepas dari sel.

Kutub vegetatif : Kutub dimana kuning telur terkonsentrasi.

## L

Larva : Organisme yang masih berbentuk primitive atau belum memiliki organ tubuh lengkap seperti induknya.

## M

Meiosis : Pembelahan sel kelamin pada organisme yang menghasilkan sel anakan dengan jumlah kromosom setengah dari kromosom induknya.

*Mesencephalon* : Bagian terkecil dari otak yang berfungsi mengatur sistem pendengaran dan penglihatan.

Mesoderm : Lapisan tubuh bagian tengah yang akan berkembang antara usus dan lapisan pelindung luar seperti otot dan system peredaran darah.

Mitokondria : Salah satu organel sel yang berfungsi sebagai tempat berlangsungnya fungsi respirasi sel dan menghasilkan energi.

Mitosis : Pembelahan sel somatis dari satu sel induk menjadi dua sel anak dengan jumlah dan susunan kromosom yang sama.

**Morula** : Pembelahan sel yang terjadi setelah sel berjumlah 32 sel dan berakhir bila sel sudah menghasilkan sejumlah blastomer yang berukuran sama akan tetapi ukurannya lebih kecil.

## **N**

**Neurula** : Fase pembentukan calon embrio yang ditandai dengan munculnya bakal mata dan tulang punggung mulai terlihat.

***Notochord*** : Tali saraf dorsalis pada perkembangan embrio

**Nukleus** : Organel yang ditemukan pada sel eukariotik.

## **O**

**Organogenesis** : Proses pembentukan organ atau alat tubuh.

**Ovarium** : Tempat pembentukan sel telur.

## **P**

**Peptida** : Molekul yang terbentuk dari dua atau lebih asam amino.

**Perivitelin** : Ruang yang terbentuk di bawah membran vitelin.

**Permeabilitas** : Kemampuan membran untuk meloloskan sejumlah partikel yang menembusnya.

***Pharyngula*** : Tahap perkembangan embrio dimana terjadi pembentukan organ atau organogenesis.

**Polipeptida** : Polimer yang tersusun dari beberapa peptida hasil pengikatan gugus karboksil dengan gugus amino.

**Primordial optik** : Perkembangan awal pada organ pengelihatian.

## **R**

***Rhombomere*** : Bagian dari *rhombencephalon* (otak belakang) yang terdiri dari 8 segmen dan berfungsi menghubungkan otak dengan sumsum tulang belakang.

**Rongga kuffer** : Rongga dimana terdapat sel kuffer yang merupakan sel yang berasal dari jaringan sel darah putih dimana berfungsi untuk menghancurkan zat asing.

## **S**

**Segmentasi** : Fase pembelahan sel pada embrio, fase ini dihasilkan dari diferensial efek konsentrasi protein pada serangkaian gen.

**Sekresi** : Proses pengeluaran zat dalam tubuh yang masih berguna bagi tubuh itu sendiri.

- Sitoplasma : Bagian sel yang terbungkus membran sel.
- Sperma : Sel reproduksi jantan yang dihasilkan oleh testis.
- Spermatozoa : Satu sel sperma ikan jantan yang akan membuahi sel telur.
- Somit : Untaian segmen longitudinal yang mana mesoderma di kedua sisi tulang belakang embrio melakukan diferensiasi.

## T

- Telencephalon* : Bagian paling menonjol pada otak yang terdiri dari dua belahan yaitu kiri dan kanan.
- Takikardia : Kondisi dimana detak jantung melebihi 100 kali per menit.

## U

- Unfertil : Telur yang tidak terbuahi.

## V

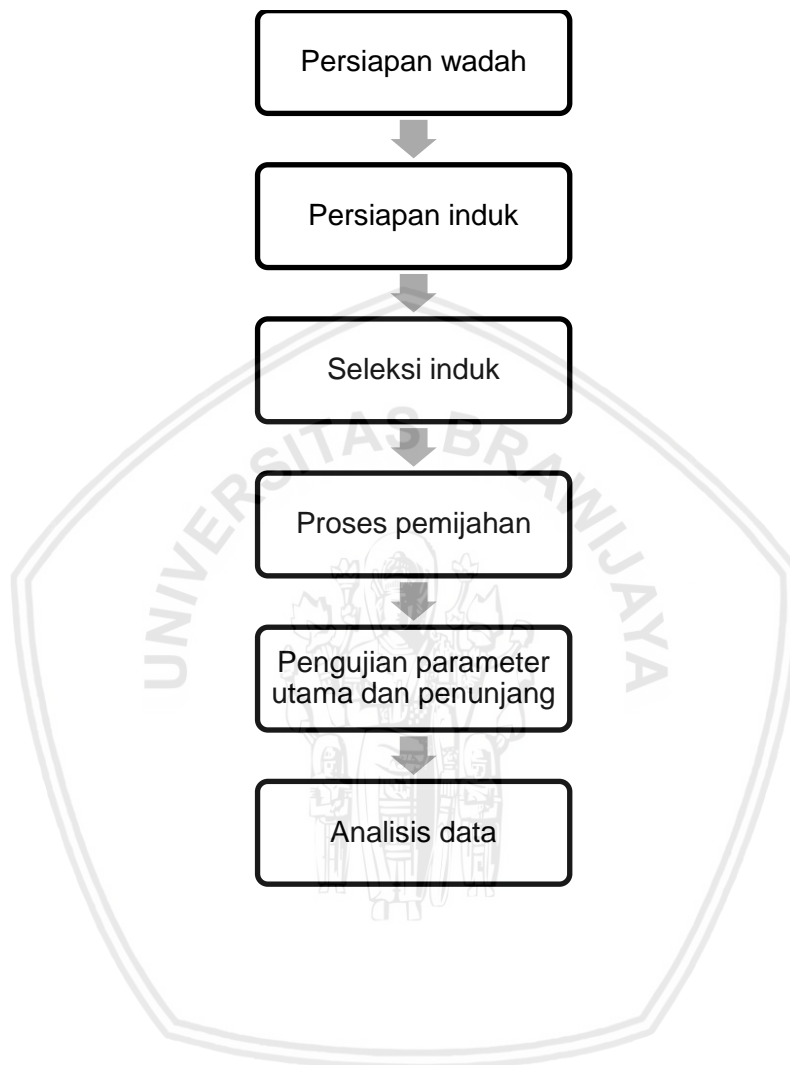
- Vesikel optik : Lapisan mata yang dihasilkan oleh neural ectoderm pada tiap sisi otak depan.
- Vitalitas : Kemampuan untuk bertahan hidup
- Vitellogenesis : Proses terjadinya pengendapan telur pada tiap-tiap individu.
- Vitellogenin : Protein spesifik betina.

## Z

- Zigot : Perkembangan awal embrio (sel telur yang sudah terbuahi) pada organisme bersel banyak (multisel) atau merupakan hasil fusi dari dua gamet (jantan dan betina).
- Zona pleusida : Lapisan tebal yang terbuat dari protein, meliputi bagian luar membran vitelin yang melindungi sel telur.

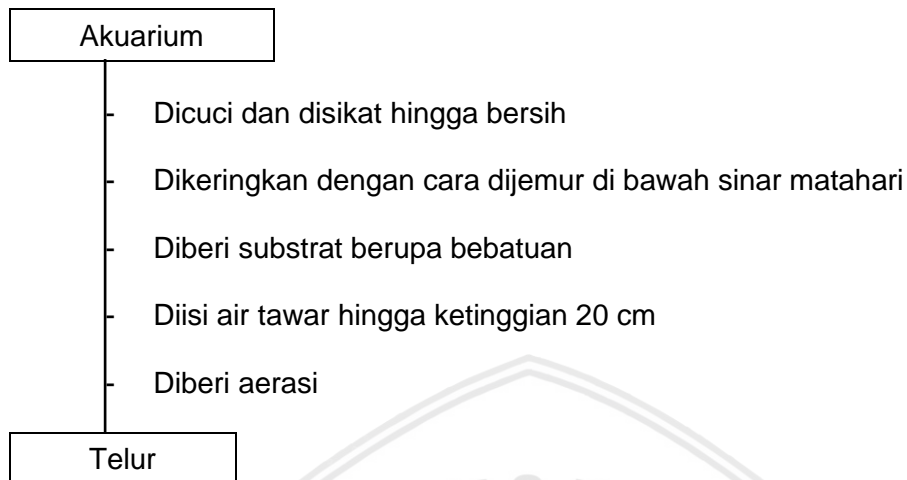
## LAMPIRAN

Lampiran 1. Diagram Alir Penelitian

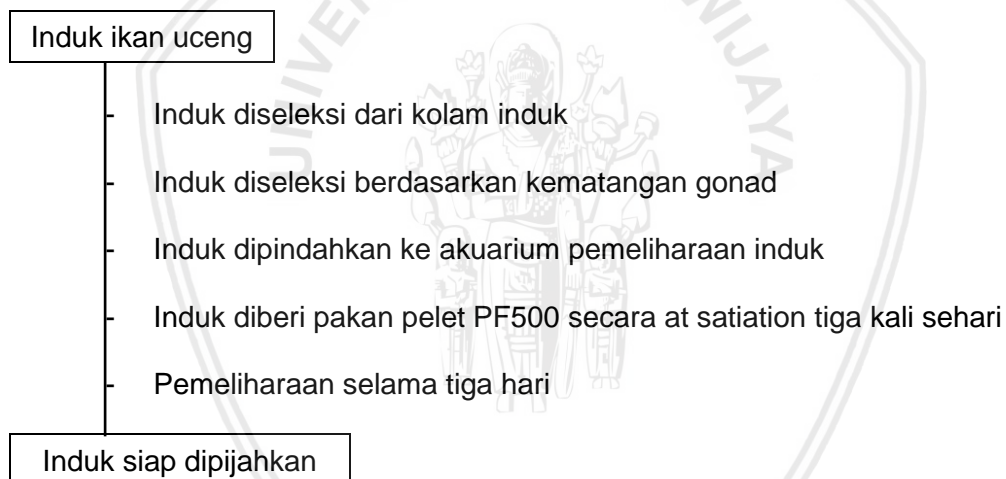


## Lampiran 2. Skema Kerja Penelitian

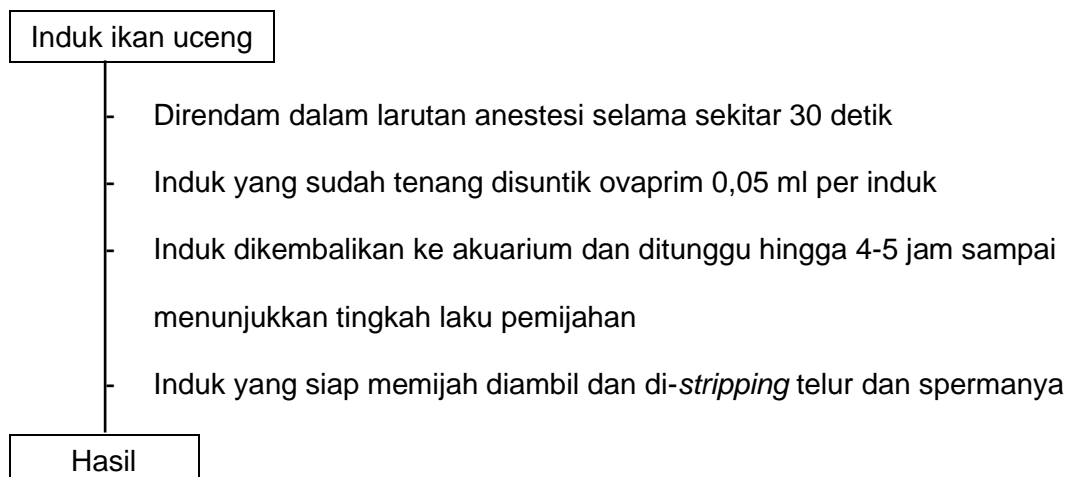
### a. Persiapan Wadah Pemeliharaan Induk



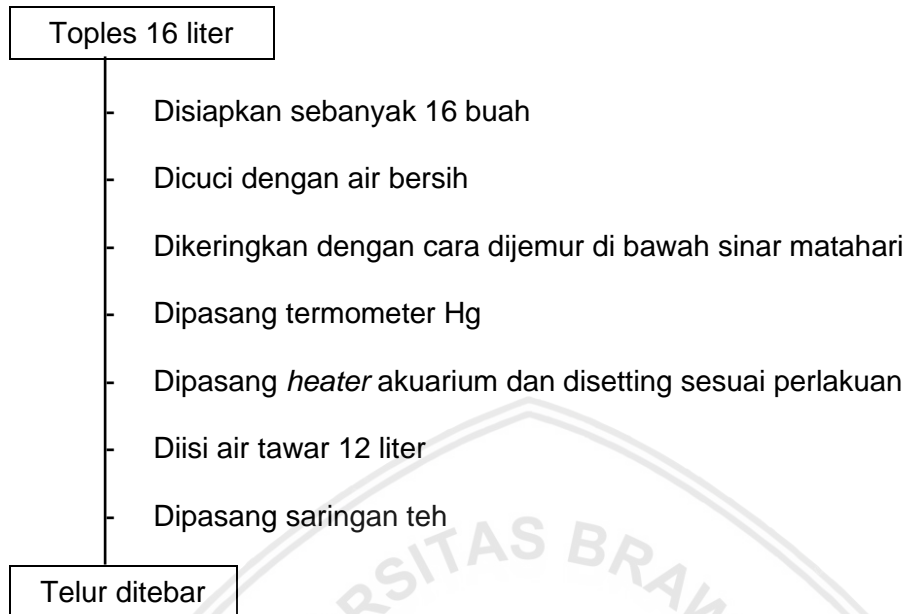
### b. Seleksi Induk



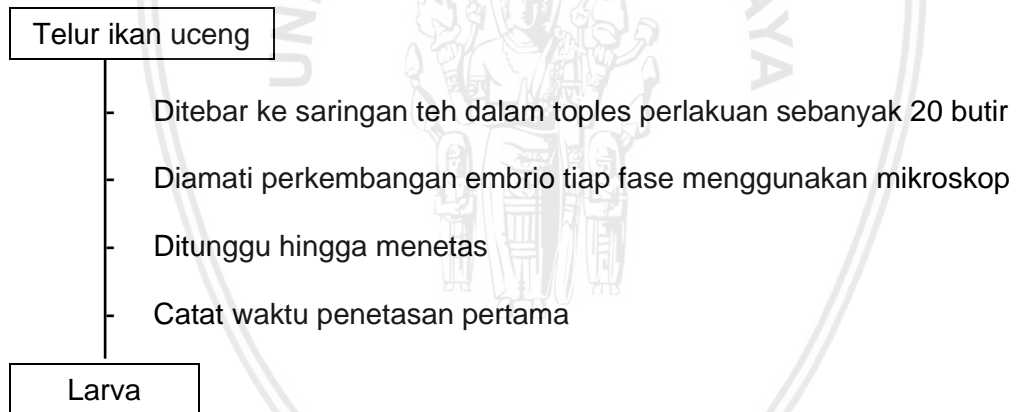
### c. Proses Pemijahan



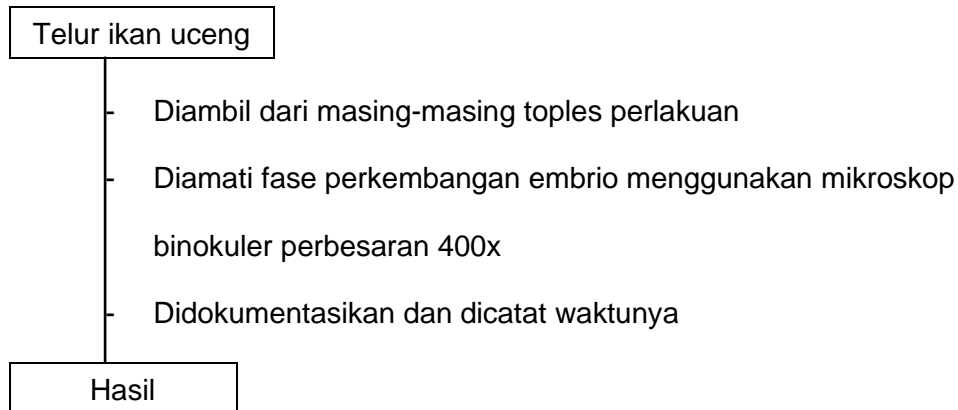
## d. Persiapan Wadah Penetasan



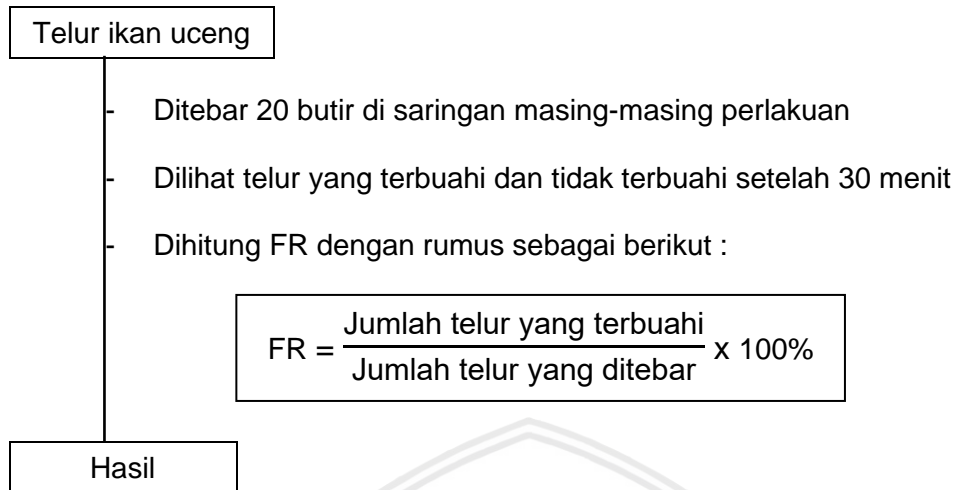
## e. Penetasan Telur



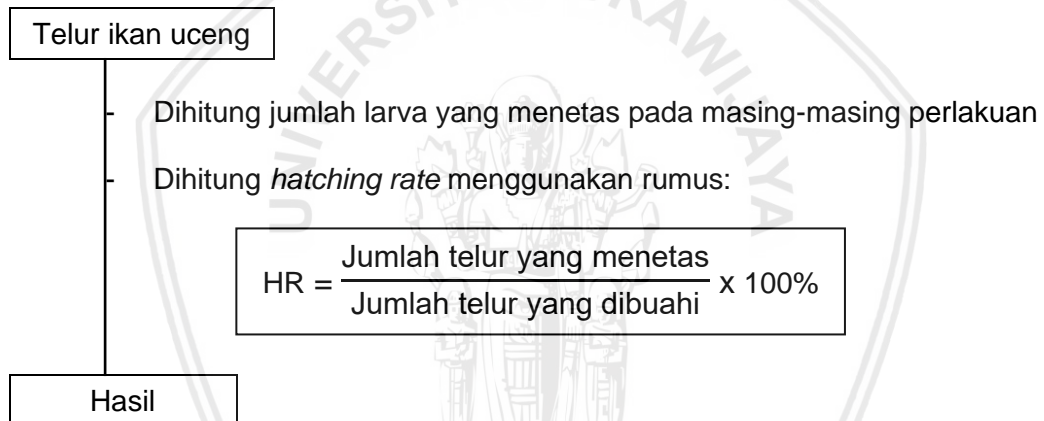
## f. Perkembangan Embrio



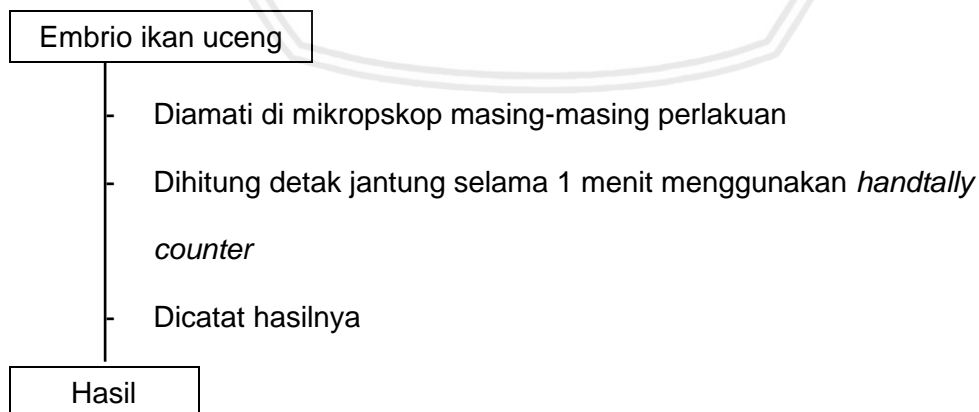
## g. Derajat Pembuahan



## h. Daya Tetas

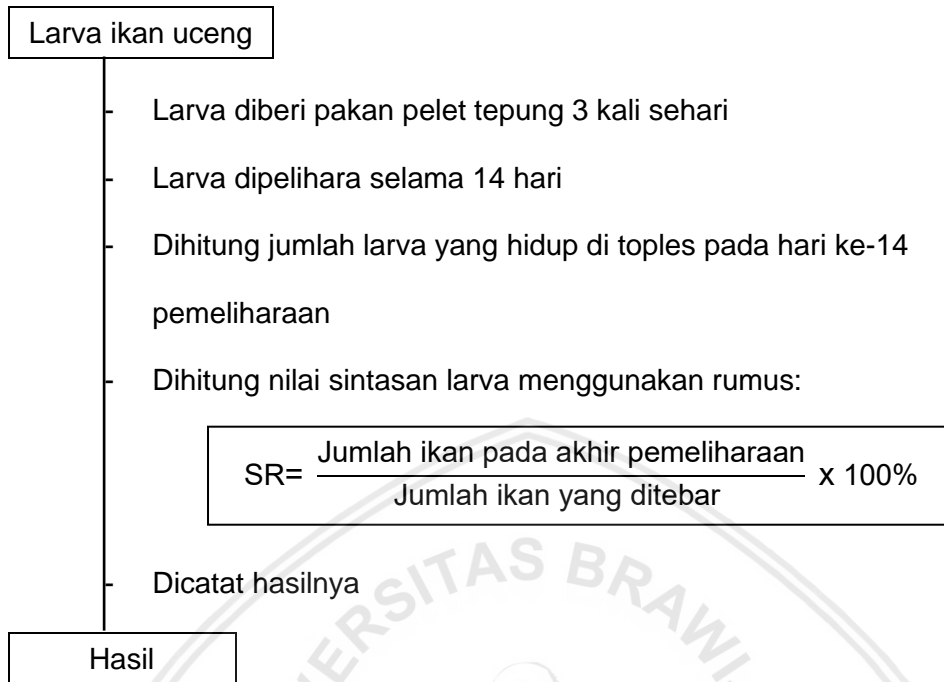


## i. Detak Jantung Embrio

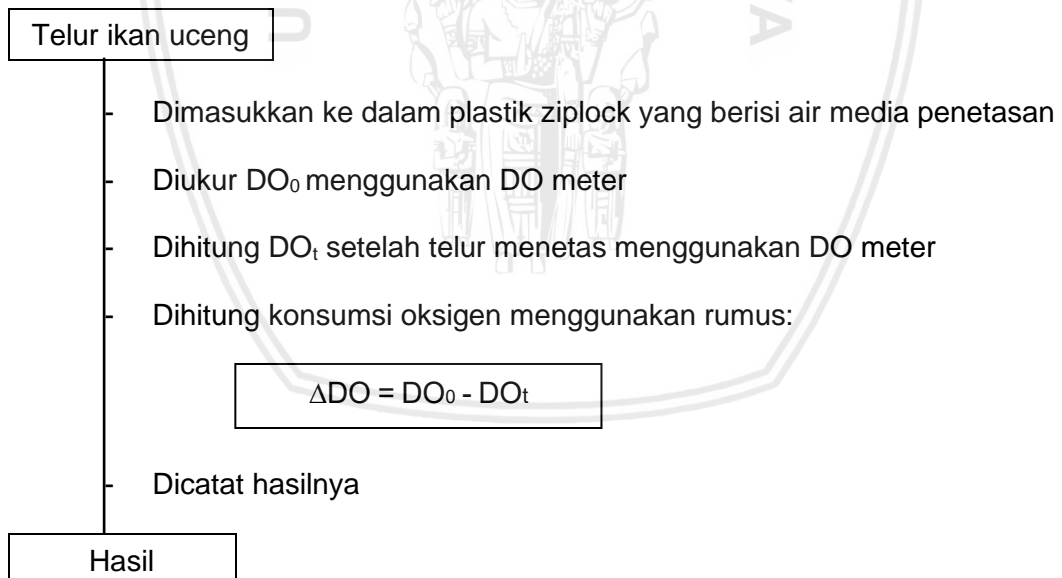




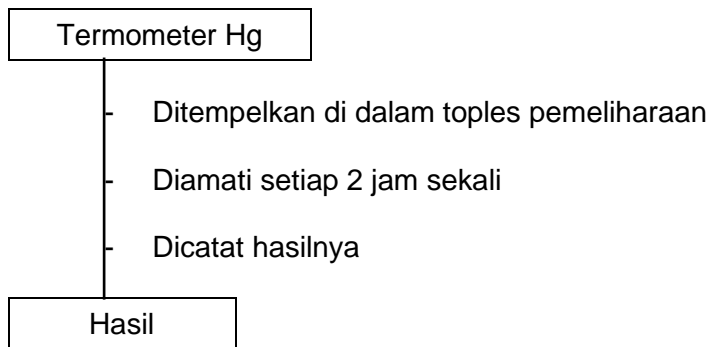
## j. Sintasan Larva



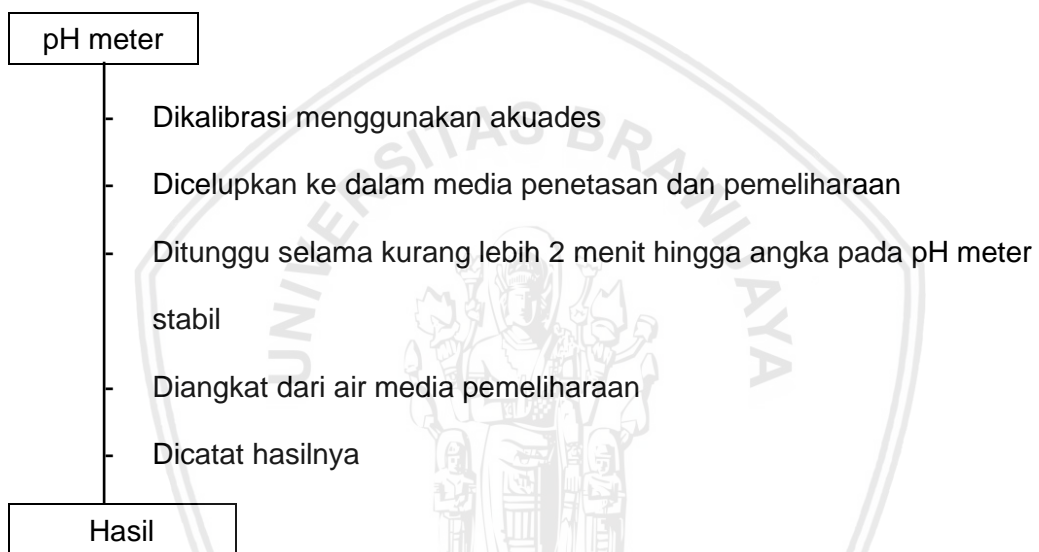
## k. Kebutuhan Oksigen untuk Perkembangan Embrio



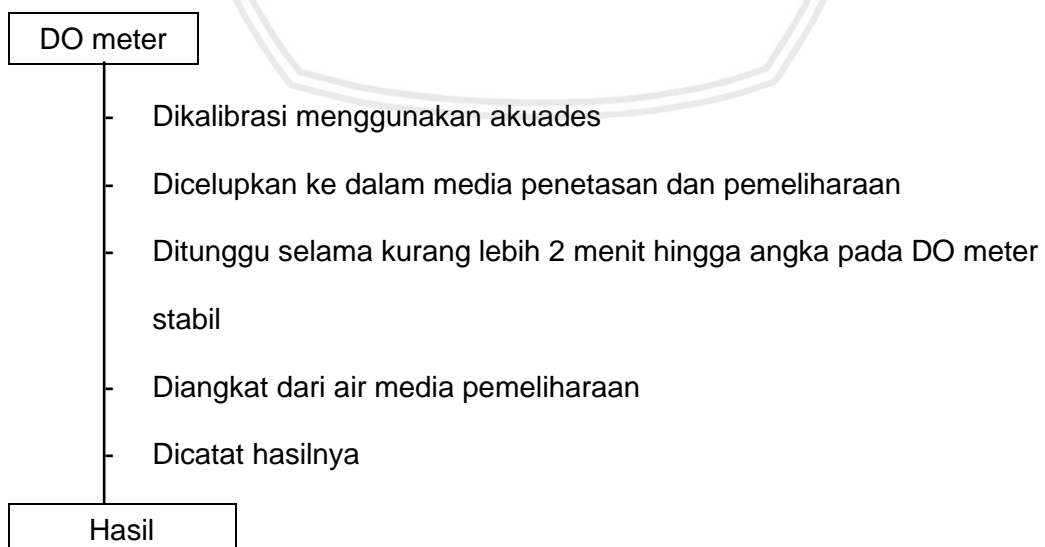
## I. Pengukuran Suhu



## m. Pengukuran pH



## n. Pengukuran DO



### Lampiran 3. Dokumentasi Alat dan Bahan

#### a. Alat



Akuarium ukuran 60 x 30 x 35 cm<sup>3</sup>



Seser



Toples plastik ukuran 16 liter



Blower



Selang aerator



Batu aerator



Mikroskop binokuler



Object glass cekung



pH meter



DO meter



Sprit 0,1 ml



Baskom



Pipet tetes



Heater akuarium



Thermometer Hg



Saringan teh



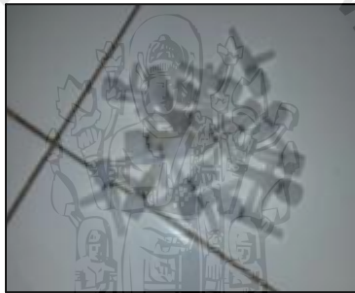
Alat tulis



Hand tally counter



Kabel roll



Keran aerasi



Pipa paralon



Selang sifon



Solder

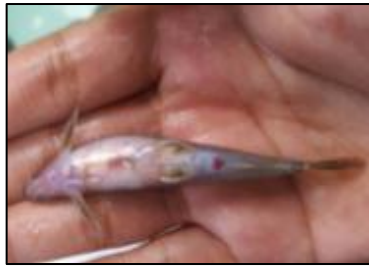


Selang 3/4 inch

## b. Bahan



Induk jantan ikan uceng



Induk betina ikan uceng



Pelet ukuran 1 mm



Pelet tepung



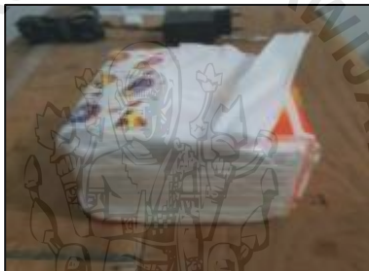
Plastik ziplock



Ovaprim



NaFis



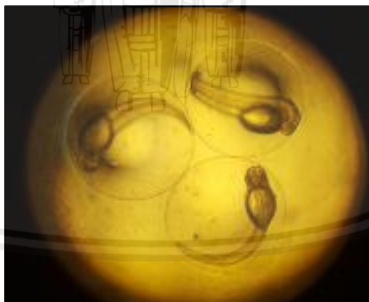
Tisu



Styrofoam



Karet gelang



Telur ikan uceng



Larva ikan uceng



Kain



Larutan anestesi

Lampiran 4. Data Derajat Pembuahan Telur Ikan Uceng

Perlakuan	Ulangan	Jumlah Telur yang Ditebar	Jumlah Telur yang Terbuahi	Derajat Pembuahan (%)
A (23°C)	1	20	20	100,00
	2	20	20	100,00
	3	20	19	95,00
	4	20	19	95,00
B (25°C)	1	20	17	85,00
	2	20	19	95,00
	3	20	18	90,00
	4	20	19	95,00
C (27°C)	1	20	20	100,00
	2	20	18	90,00
	3	20	19	95,00
	4	20	20	100,00
D (29°C)	1	20	16	90,00
	2	20	15	75,00
	3	20	19	95,00
	4	20	16	80,00

Perhitungan Derajat Pembuahan:

$$FR = \frac{\text{Jumlah telur yang terbuahi}}{\text{Jumlah telur yang ditebar}} \times 100\%$$

Lampiran 5. Data Akumulasi Waktu Perkembangan Embrio Ikan Uceng

No.	Stadia	Waktu Perkembangan Embrio							
		Suhu 23°C		Suhu 25°C		Suhu 27°C		Suhu 29°C	
		Jam	Menit	Jam	Menit	Jam	Menit	Jam	Menit
1	Zigot	0	10	0	10	0	10	0	10
2	2 sel	0	29	0	27	0	16	0	16
3	4 sel	0	49	0	47	0	39	0	35
4	8 sel	0	55	0	54	0	44	0	40
5	16 sel	1	10	1	0	0	54	0	49
6	32 sel	1	28	1	13	1	1	0	56
7	Morula	2	7	1	58	1	41	1	34
8	Blastula	2	22	2	16	2	11	1	58
9	Gastrula	6	37	6	14	5	55	5	32
10	Neurula	9	4	8	33	8	17	7	17
11	Organogenesis	11	56	11	46	10	52	10	3
12	Menetas	23	15	23	0	20	35	19	7



## Lampiran 6. Data Daya Tetas Telur Ikan Uceng

Perlakuan	Ulangan	Jumlah Telur yang Terbuahi	Jumlah Telur Yang Menetas	Daya Tetas (%)
A (23°C)	1	20	9	45,00
	2	20	13	65,00
	3	19	8	42,11
	4	19	10	52,63
B (25°C)	1	17	12	70,59
	2	19	17	89,47
	3	18	7	38,89
	4	19	9	47,37
C (27°C)	1	11	11	55,00
	2	16	16	88,89
	3	13	13	68,42
	4	17	17	85,00
D (29°C)	1	16	14	87,50
	2	15	11	73,33
	3	19	16	84,21
	4	16	15	93,75

Perhitungan Derajat Penetasan:

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



## Lampiran 7. Data Sintasan Larva Ikan Uceng

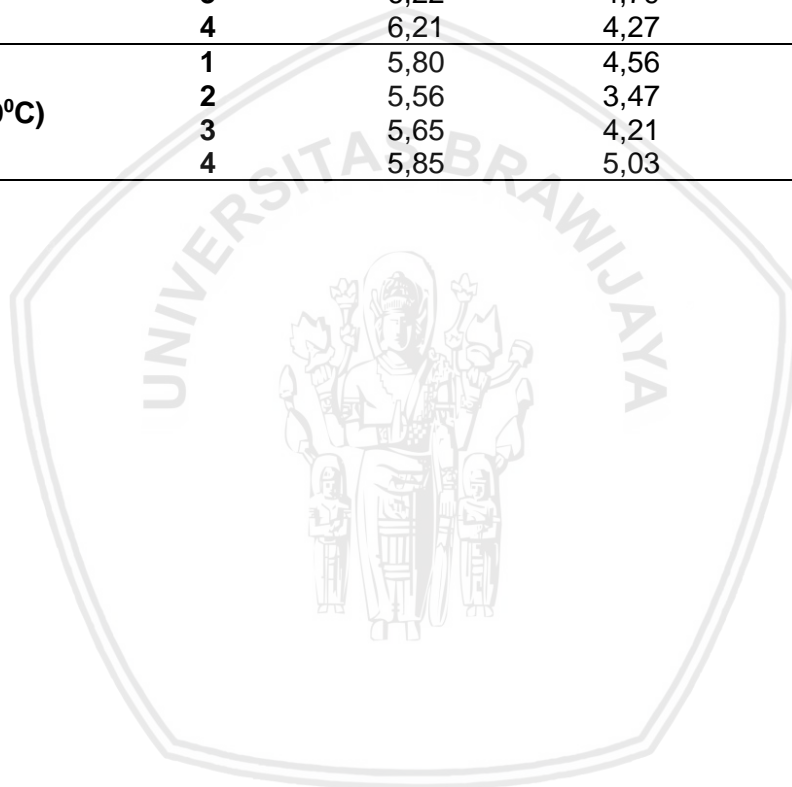
Perlakuan	Ulangan	Jumlah Telur yang Menetas	Jumlah Larva yang Hidup	Sintasan Larva (%)
A (23°C)	1	9	2	22,22
	2	13	4	30,77
	3	8	3	37,50
	4	10	5	50,00
B (25°C)	1	12	4	33,33
	2	17	3	17,65
	3	7	5	71,43
	4	9	4	44,44
C (27°C)	1	11	7	63,64
	2	16	7	43,75
	3	13	6	46,15
	4	17	8	47,06
D (29°C)	1	14	8	57,14
	2	11	8	72,73
	3	16	11	68,75
	4	15	10	66,67

Perhitungan Sintasan Larva:

$$SR = \frac{\text{Jumlah ikan pada akhir pemeliharaan}}{\text{Jumlah ikan yang ditebar}} \times 100\%$$

**Lampiran 8.** Data Kebutuhan Oksigen untuk Perkembangan Embrio Ikan Uceng

Perlakuan	Ulangan	DO <sub>0</sub> (mg/L)	DO <sub>t</sub> (mg/L)	ΔDO (mg/L)
<b>A (23°C)</b>	1	5,49	3,94	1,55
	2	5,61	5,24	0,37
	3	5,40	4,82	0,58
	4	5,12	4,29	0,83
<b>B (25°C)</b>	1	5,31	4,07	1,24
	2	5,52	4,99	0,53
	3	6,22	4,47	1,75
	4	5,71	4,67	1,04
<b>C (27°C)</b>	1	5,30	4,21	1,09
	2	5,69	3,84	1,85
	3	6,22	4,79	1,43
	4	6,21	4,27	1,94
<b>D (29°C)</b>	1	5,80	4,56	1,24
	2	5,56	3,47	2,09
	3	5,65	4,21	1,44
	4	5,85	5,03	1,82



## Lampiran 9. Data Kualitas Air Pemeliharaan Larva Ikan Uceng

## a. Suhu

Hari Ke	Waktu	Suhu (°C)							
		A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4
1	04.00	23,0	23,0	23,2	23,2	24,9	25,5	25,1	24,8
	14.00	23,3	24,1	23,9	23,9	25,6	25,8	25,6	25,3
2	04.00	23,1	24,2	23,8	23,1	25,2	25,4	25,3	25,4
	14.00	23,7	23,5	23,5	23,6	25,6	25,0	25,4	25,7
3	04.00	23,2	23,3	23,6	23,1	25,3	24,5	25,3	25,3
	14.00	23,6	23,7	24,5	23,7	25,8	25,8	25,7	26,1
4	04.00	23,2	23,4	23,6	23,1	25,3	25,2	25,3	25,3
	14.00	23,4	23,6	24,2	23,2	25,5	26,0	25,8	25,8
5	04.00	23,1	23,3	23,6	23,0	25,9	25,3	25,3	25,2
	14.00	23,5	24,5	23,5	24,3	25,5	26,1	25,9	25,7
6	04.00	23,2	23,4	23,8	23,1	25,3	25,4	25,4	25,3
	14.00	23,4	23,7	23,6	23,3	25,8	25,4	25,7	25,3
7	04.00	23,1	23,3	22,9	23,0	25,4	25,4	25,3	25,2
	14.00	23,4	23,6	23,7	23,4	25,6	25,7	25,1	25,1
8	04.00	23,0	23,1	23,2	23,0	25,1	25,5	25,3	25,1
	14.00	23,7	23,6	23,3	23,3	25,4	25,4	25,3	25,3
9	04.00	23,2	23,4	22,9	23,1	25,0	25,0	25,4	25,1
	14.00	23,9	23,6	23,5	23,5	25,3	25,6	25,7	25,6
10	04.00	23,1	23,1	23,4	23,0	25,4	25,1	25,1	25,3
	14.00	23,8	23,6	23,6	23,2	25,4	25,2	25,4	25,7
11	04.00	23,5	23,4	23,2	23,0	24,9	25,0	25,1	25,2
	14.00	23,7	23,7	23,9	23,6	25,6	25,8	25,4	25,6
12	04.00	23,2	23,1	23,1	23,0	25,4	25,0	25,0	25,4
	14.00	23,5	23,5	23,7	23,6	25,6	25,2	25,4	25,6
13	04.00	23,0	22,9	23,1	23,1	25,0	25,2	24,9	24,8
	14.00	23,6	23,4	23,8	23,5	25,5	25,3	25,4	25,7
14	04.00	22,9	23,1	23,3	23,2	25,2	25,1	25,3	25,2
	14.00	23,7	23,9	23,6	23,7	25,7	25,6	25,6	25,3

## Lampiran 9. Lanjutan

Hari Ke	Waktu	Suhu							
		C1	C2	C3	C4	D1	D2	D3	D4
1	04.00	27,3	26,8	27,0	26,7	28,7	28,8	28,5	28,9
	14.00	27,3	27,9	27,6	27,8	29,3	29,5	29,6	29,7
2	04.00	27,2	27,6	27,4	27,5	29,1	28,8	28,8	28,8
	14.00	27,0	27,5	27,4	27,6	29,2	29,0	29,3	29,1
3	04.00	27,3	26,7	26,5	26,7	29,2	28,8	28,7	28,6
	14.00	27,7	27,1	27,2	27,3	29,7	28,9	29,4	29,2
4	04.00	27,4	26,7	27,5	26,7	29,2	29,0	28,6	28,7
	14.00	27,7	27,9	27,8	28,0	29,5	29,0	29,2	29,8
5	04.00	27,2	27,5	27,4	27,4	28,2	29,4	28,6	29,2
	14.00	27,6	27,8	27,6	27,9	29,3	29,6	28,9	29,8
6	04.00	27,3	27,4	26,5	27,4	29,0	28,6	28,7	29,2
	14.00	27,6	27,4	27,4	27,1	29,5	29,2	29,5	29,4
7	04.00	27,2	26,5	27,0	27,3	29,0	29,1	28,6	29,5
	14.00	27,3	27,6	27,6	27,7	29,2	29,5	29,4	29,0
8	04.00	27,2	27,1	27,0	26,8	28,6	29,0	28,9	29,1
	14.00	27,5	27,4	27,3	27,4	29,5	29,4	29,4	29,3
9	04.00	27,0	27,1	27,2	26,7	28,7	28,8	29,1	29,0
	14.00	27,8	27,7	27,3	27,5	29,2	29,4	29,6	29,4
10	04.00	27,2	27,0	27,1	27,1	28,7	29,1	29,2	28,8
	14.00	27,5	27,3	27,4	27,7	29,3	29,3	29,4	29,4
11	04.00	27,0	26,8	26,6	27,0	28,9	29,0	29,2	29,1
	14.00	27,6	27,3	27,2	27,2	29,5	29,6	29,5	29,4
12	04.00	27,2	27,4	27,2	27,1	29,2	29,5	29,3	29,2
	14.00	27,7	27,9	27,6	27,4	29,7	29,6	29,5	29,8
13	04.00	27,0	27,1	26,9	27,2	29,0	29,0	29,1	29,2
	14.00	27,4	27,6	27,5	27,5	29,5	29,6	29,4	29,5
14	04.00	27,1	26,8	26,8	27,0	29,0	29,1	29,2	28,9
	14.00	27,8	27,6	27,4	27,3	29,6	29,4	29,3	29,0

## Lampiran 9. Lanjutan

## b. pH

Hari Ke	Waktu	pH							
		A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4
1	04.00	7,75	7,79	8,21	7,73	7,75	7,89	7,98	7,76
	14.00	7,91	8,02	7,76	7,95	7,99	7,98	8,09	7,97
2	04.00	7,68	7,71	7,82	7,64	7,68	7,75	7,72	7,54
	14.00	7,81	7,73	7,98	8,09	7,58	7,77	7,89	7,69
3	04.00	7,67	7,67	7,45	7,55	7,66	7,55	7,54	7,56
	14.00	8,40	8,26	8,15	8,17	8,24	8,07	8,11	8,17
4	04.00	7,62	7,76	7,63	7,55	7,65	7,54	7,59	7,64
	14.00	7,96	8,02	7,92	7,86	7,95	7,84	8,00	7,93
5	04.00	7,62	7,68	7,57	7,42	7,70	7,43	7,59	7,60
	14.00	8,21	8,28	8,17	8,16	8,26	8,11	8,25	8,26
6	04.00	7,72	7,93	7,95	7,69	7,81	7,76	7,85	7,77
	14.00	7,99	8,65	8,19	8,24	8,18	8,23	8,11	8,16
7	04.00	7,59	7,78	7,76	7,53	7,68	7,67	7,67	7,60
	14.00	8,63	8,12	7,99	7,94	8,10	7,85	7,96	7,92
8	04.00	7,68	7,59	7,93	7,82	7,78	7,98	7,89	7,67
	14.00	8,46	8,34	8,25	8,26	8,09	8,53	8,23	8,44
9	04.00	7,77	7,63	7,47	7,59	7,83	7,79	7,61	7,50
	14.00	8,17	8,27	8,23	7,81	8,34	8,16	8,29	7,99
10	04.00	7,60	7,68	7,91	7,83	7,59	7,69	7,52	7,82
	14.00	7,96	7,88	8,23	8,10	7,94	7,89	7,96	8,21
11	04.00	7,48	7,67	7,67	7,62	7,78	7,52	7,73	7,59
	14.00	8,18	7,95	7,80	7,75	8,12	8,05	8,10	8,02
12	04.00	7,79	7,59	7,64	7,67	7,69	7,79	7,51	7,59
	14.00	8,29	8,09	7,98	8,23	8,14	8,00	7,91	8,19
13	04.00	7,73	7,61	7,58	7,62	7,67	7,68	7,57	7,53
	14.00	8,00	7,97	8,08	8,09	8,10	8,06	7,99	7,98
14	04.00	7,60	7,67	7,70	7,58	7,75	7,72	7,68	7,81
	14.00	8,16	7,94	8,14	8,20	8,27	8,23	8,25	8,11

## Lampiran 9. Lanjutan

Hari Ke	Waktu	pH							
		C1	C2	C3	C4	D1	D2	D3	D4
1	04.00	8,23	8,35	8,45	8,38	8,46	8,72	8,26	8,38
	14.00	8,59	8,56	8,80	8,57	8,77	8,72	8,53	8,66
2	04.00	8,43	8,52	8,50	8,58	8,61	8,49	8,20	8,36
	14.00	8,31	8,14	8,25	8,32	8,57	8,46	8,32	8,29
3	04.00	8,38	8,58	8,54	8,46	8,69	8,47	8,36	8,33
	14.00	8,94	9,07	8,84	8,95	9,06	8,82	8,58	8,68
4	04.00	8,51	8,62	8,63	8,56	8,52	8,46	8,28	8,46
	14.00	8,51	8,69	8,57	8,74	8,46	8,67	8,29	8,42
5	04.00	8,42	8,54	8,49	8,52	8,32	8,38	8,34	8,48
	14.00	8,77	8,88	8,75	8,28	8,79	8,85	8,75	8,73
6	04.00	8,31	8,56	8,64	8,48	8,43	8,54	8,38	8,79
	14.00	8,46	8,79	8,68	8,92	8,71	8,64	8,78	8,93
7	04.00	8,21	8,48	8,43	8,21	8,37	8,22	8,36	8,35
	14.00	8,38	8,71	8,49	8,65	8,62	8,39	8,42	8,62
8	04.00	8,16	8,28	8,36	8,19	8,11	8,34	8,47	8,34
	14.00	8,58	8,35	8,67	8,69	8,89	8,74	8,88	8,86
9	04.00	8,44	8,16	8,27	8,47	8,34	8,47	8,20	8,42
	14.00	8,79	8,78	8,82	8,53	8,79	8,81	8,82	8,48
10	04.00	8,20	8,22	8,37	8,40	8,40	8,45	8,39	8,24
	14.00	8,66	8,75	8,96	8,68	8,70	8,65	8,39	8,97
11	04.00	8,22	8,19	8,49	8,49	8,46	8,24	8,42	8,38
	14.00	8,91	8,61	8,84	8,87	8,97	8,90	8,95	8,93
12	04.00	8,28	8,44	8,44	8,51	8,21	8,37	8,60	8,45
	14.00	8,96	8,87	8,79	8,96	8,93	8,61	8,76	8,95
13	04.00	8,50	8,42	8,43	8,25	8,41	8,50	8,53	8,47
	14.00	8,75	8,61	8,84	8,76	8,98	8,87	8,98	8,90
14	04.00	8,43	8,27	8,38	8,30	8,56	8,39	8,44	8,57
	14.00	8,69	8,75	8,88	8,90	8,72	8,91	8,74	8,98

## Lampiran 9. Lanjutan

## c. DO

Hari Ke	Waktu	DO (mg/L)							
		A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4
1	04.00	5,41	4,93	6,24	5,54	5,93	5,15	6,55	4,73
	14.00	6,14	7,06	6,50	6,73	6,12	5,35	6,39	6,10
2	04.00	7,20	6,52	7,26	7,64	7,52	6,28	7,09	7,54
	14.00	7,55	6,78	7,90	7,69	7,43	6,39	6,76	7,13
3	04.00	5,77	5,86	4,98	4,88	5,42	4,73	5,25	5,01
	14.00	4,13	5,13	4,94	5,34	6,17	5,18	4,24	4,89
4	04.00	6,38	7,21	6,41	7,01	6,86	6,05	6,19	6,14
	14.00	6,70	5,70	5,89	6,31	6,22	6,06	6,28	5,52
5	04.00	6,29	6,35	6,20	6,47	6,22	5,78	5,49	6,43
	14.00	5,79	5,91	6,29	5,85	5,46	5,96	5,95	5,91
6	04.00	6,32	7,20	7,68	6,79	6,68	6,70	6,94	6,21
	14.00	6,27	6,74	7,23	6,77	6,78	6,35	5,57	5,38
7	04.00	7,13	7,21	7,32	7,22	6,92	6,08	6,50	7,28
	14.00	6,70	7,17	6,85	6,32	6,59	5,99	6,72	7,12
8	04.00	5,88	7,05	5,07	6,74	6,90	5,34	4,85	6,02
	14.00	4,36	5,22	4,20	5,07	5,34	4,85	4,63	4,61
9	04.00	7,45	7,08	7,03	5,59	6,68	5,95	7,02	6,15
	14.00	5,18	5,38	5,61	4,71	4,21	4,73	6,16	4,67
10	04.00	6,45	7,08	7,54	7,01	7,38	5,97	6,75	6,82
	14.00	4,35	7,04	5,72	6,47	7,23	4,73	6,47	5,03
11	04.00	7,12	7,41	6,36	7,20	5,38	7,27	4,75	7,18
	14.00	6,44	6,93	4,89	7,02	4,76	6,92	4,20	6,11
12	04.00	6,98	7,83	5,91	5,04	5,57	5,93	4,38	6,97
	14.00	7,18	6,40	5,57	4,52	5,08	4,67	4,15	4,30
13	04.00	7,38	6,40	7,80	6,28	6,79	6,93	5,98	7,46
	14.00	7,09	5,48	7,34	6,05	5,62	6,88	5,03	4,47
14	04.00	5,00	5,23	6,67	7,89	7,00	5,72	5,67	7,65
	14.00	4,26	4,85	6,53	7,48	5,68	5,16	4,55	6,74

## Lampiran 9. Lanjutan

Hari Ke	Waktu	DO (mg/L)							
		C1	C2	C3	C4	D1	D2	D3	D4
1	04.00	7,48	7,11	6,36	6,39	6,60	7,46	5,31	6,42
	14.00	7,21	7,48	6,58	7,06	7,69	6,62	6,34	6,74
2	04.00	6,85	7,94	6,95	7,30	7,76	7,31	5,97	6,53
	14.00	6,81	7,24	7,14	7,44	6,37	6,97	6,46	6,74
3	04.00	6,07	6,49	5,70	7,21	7,81	6,58	5,27	5,98
	14.00	5,39	6,39	5,78	6,15	6,54	5,29	4,98	5,88
4	04.00	7,48	7,52	6,41	7,01	7,43	7,36	7,20	7,52
	14.00	7,33	6,88	5,55	7,13	6,98	5,82	6,13	6,44
5	04.00	6,63	6,48	6,42	7,12	7,03	7,12	6,23	6,81
	14.00	6,59	7,07	6,07	5,63	6,52	7,68	6,21	6,27
6	04.00	5,97	7,04	6,75	7,33	7,01	7,24	7,75	7,60
	14.00	5,66	6,49	6,78	7,20	6,45	6,85	7,23	6,86
7	04.00	5,65	6,53	7,14	7,44	6,63	6,31	7,13	7,18
	14.00	5,53	7,03	7,12	6,79	6,83	6,28	6,77	7,04
8	04.00	7,40	5,25	5,74	7,11	6,07	6,24	6,29	7,06
	14.00	7,21	5,03	5,35	7,06	5,99	5,31	6,03	7,00
9	04.00	6,52	7,37	7,21	6,53	6,45	6,39	7,58	6,15
	14.00	6,45	7,20	6,89	5,20	5,21	6,14	7,33	5,57
10	04.00	7,28	6,78	7,20	5,55	6,87	5,66	5,90	6,09
	14.00	6,81	5,65	6,90	5,29	6,04	5,07	5,31	5,58
11	04.00	5,21	5,00	5,47	7,73	6,54	7,12	5,58	5,01
	14.00	5,11	4,61	4,94	7,44	5,29	7,03	5,49	4,71
12	04.00	7,12	4,97	5,63	7,11	6,50	7,69	5,09	6,92
	14.00	7,03	4,63	5,47	7,07	6,35	6,59	4,61	6,65
13	04.00	4,67	7,60	6,65	5,38	7,07	7,66	6,92	6,68
	14.00	4,64	7,36	5,51	4,59	6,75	6,75	6,82	6,13
14	04.00	6,54	5,93	6,14	5,04	7,11	7,49	6,36	7,43
	14.00	6,39	5,70	6,01	4,79	7,09	7,38	5,70	7,37



### Lampiran 10. Perhitungan Rancangan Acak Lengkap (RAL)

#### a. Derajat Pembuaian Telur Ikan Uceng

Perlakuan	Ulangan (%)				Total	Rerata
	1	2	3	4		
A (23°C)	100	100	95	95	390	97,50
B (25°C)	85	95	90	95	365	91,25
C (27°C)	100	90	95	100	385	96,25
D (29°C)	80	75	95	80	330	82,50
<b>Total</b>					1470	

#### Perhitungan

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{\text{Total}^2}{n \cdot r} = \frac{1470^2}{4 \times 4} = 135056,25$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Kuadrat (JK) Total} &= (A1^2)+(A2^2)+(A3^2)+(A4^2)+(B1^2)+\dots+(D4^2) - \text{FK} \\ &= (100^2)+(100^2)+(95^2)+(95^2)+(85^2)+\dots+(80^2) - \\ &\quad 135056,25 \\ &= 943,75 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{\sum A^2 + \sum B^2 + \sum C^2 + \sum D^2}{r} - \text{FK} \\ &= \frac{\sum 390^2 + \sum 365^2 + \sum 385^2 + \sum 330^2}{4} - 135056,25 = 556,25 \end{aligned}$$

$$\text{JK Acak} = \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} = 943,75 - 556,25 = 387,500$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Y Kuadrat} &= (A1^2)+(A2^2)+(A3^2)+(A4^2)+(B1^2)+\dots+(D4^2) \\ &= (100^2)+(100^2)+(95^2)+(95^2)+(85^2)+\dots+(80^2) \\ &= 136000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Derajat Bebas (db) Total} &= (t \cdot r) - 1 = (4 \cdot 4) - 1 = 15 \\ \text{db Perlakuan} &= t - 1 = 4 - 1 = 3 \\ \text{db Acak} &= \text{db Total} - \text{db Perlakuan} - \text{db Rata-rata} = 15 - 3 - 1 \\ &= 11 \end{aligned}$$

$$\text{Kuadrat Tengah (KT) Perlakuan} = \frac{\text{JK Perlakuan}}{\text{db Perlakuan}}$$

$$\text{KT Acak} = \frac{\text{JK Acak}}{\text{db Acak}}$$

$$\text{F Hitung} = \frac{\text{KT Perlakuan}}{\text{KT Acak}}$$

#### Tabel Analisis Variasi

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F5%	F1%
Rata-rata	1	135056,25	135056,25			
Perlakuan	3	556,25	185,42	5,26*	3.59	622
Acak	11	387,50	35,23			
<b>Total</b>	15	943,75				

Keterangan: (ns) Non Signifikan; (\*) Berbeda Nyata; (\*\*) Berbeda Sangat Nyata

Berdasarkan hasil perhitungan analisis sidik ragam di atas dapat diketahui bahwa nilai F hitung lebih besar daripada F tabel 5% dan lebih kecil dari F tabel 1%, hal ini menunjukkan bahwa perlakuan suhu yang berbeda berpengaruh nyata terhadap derajat pembuahan telur ikan uceng. Hasil tersebut juga menunjukkan bahwa perlakuan A dengan penambahan arus berbeda nyata dengan perlakuan B, C dan D dimana perlakuannya tanpa menggunakan arus, sehingga tidak dapat dilanjutkan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) karena perlakuan yang tidak homogen.



## Lampiran 10. Lanjutan

## b. Daya Tetas Telur Ikan Uceng

Perlakuan	Ulangan (%)				Total	Rerata
	1	2	3	4		
A (23°C)	45,00	65,00	42,11	52,63	204,74	51,28
B (25°C)	70,59	89,47	38,89	47,37	246,32	91,25
C (27°C)	55,00	88,89	68,42	85,00	297,31	96,25
D (29°C)	87,50	73,33	84,21	93,85	338,79	82,50
<b>Total</b>					1087,16	

## Perhitungan

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{\text{Total}^2}{n \cdot r} = \frac{1087,16^2}{4 \times 4} = 73869,79$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Kuadrat (JK) Total} &= (A1^2)+(A2^2)+(A3^2)+(A4^2)+(B1^2)+\dots+(D4^2) - \text{FK} \\ &= (45^2)+(65^2)+(42,11^2)+(52,63^2)+(70,59^2)+\dots+(93,85^2) \\ &\quad - 73869,79 \\ &= 5414,68 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{\sum A^2 + \sum B^2 + \sum C^2 + \sum D^2}{r} - \text{FK} \\ &= \frac{\sum 204,74^2 + \sum 246,32^2 + \sum 297,31^2 + \sum 338,79^2}{4} - 73869,79 = 2571,42 \end{aligned}$$

$$\text{JK Acak} = \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} = 5414,68 - 2571,42 = 2843,26$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Y Kuadrat} &= (A1^2)+(A2^2)+(A3^2)+(A4^2)+(B1^2)+\dots+(D4^2) \\ &= (45^2)+(65^2)+(42,11^2)+(52,63^2)+(70,59^2)+\dots+(93,85^2) \\ &= 79284,47 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Derajat Bebas (db) Total} &= (t \cdot r) - 1 = (4 \cdot 4) - 1 = 15 \\ \text{db Perlakuan} &= t - 1 = 4 - 1 = 3 \\ \text{db Acak} &= \text{db Total} - \text{db Perlakuan} - \text{db Rata-rata} = 15 - 3 - 1 = 11 \end{aligned}$$

$$\text{Kuadrat Tengah (KT) Perlakuan} = \frac{\text{JK Perlakuan}}{\text{db Perlakuan}}$$

$$\text{KT Acak} = \frac{\text{JK Acak}}{\text{db Acak}}$$

$$\text{F Hitung} = \frac{\text{KT Perlakuan}}{\text{KT Acak}}$$

## Tabel Analisis Variasi

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F5%	F1%
Rata-rata	1	73869,79	73869,79			
Perlakuan	3	2571,42	857,14	3,32 <sup>ns</sup>	3.59	622
Acak	11	2843,26	258,48			
<b>Total</b>	15	5414,68				

Keterangan: (ns) Non Signifikan; (\*) Berbeda Nyata; (\*\*) Berbeda Sangat Nyata

Berdasarkan hasil perhitungan analisis sidik ragam di atas dapat diketahui bahwa nilai F hitung lebih kecil daripada F tabel 5%, hal ini menunjukkan bahwa perlakuan suhu tanpa arus tidak berbeda nyata dengan perlakuan suhu yang menggunakan arus, sehingga dapat dilanjutkan ke perhitungan RAL.

#### Tabel Analisis Sidik Ragam

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F5%	F1%
Perlakuan	3	2571,42	857,14	3,62*	3.49	5.95
Acak	12	2843,26	236,94			
Total	15	5414,68				

Keterangan: (ns) Non Signifikan; (\*) Berbeda Nyata; (\*\*) Berbeda Sangat Nyata

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

#### Menghitung Nilai BNT

$$SED = \sqrt{\frac{2 \times KT \text{ Acak}}{\text{ulangan}}} = \sqrt{\frac{2 \times 236,94}{4}} = 10,88$$

$$BNT \ 5\% = t \text{ tabel } 5\% \text{ (db acak)} \times SED = 2,18 \times 10,88 = 23,72$$

$$BNT \ 1\% = t \text{ tabel } 1\% \text{ (db acak)} \times SED = 3,05 \times 10,88 = 33,25$$

#### Tabel Uji BNT

Perlakuan pada table BNT diurutkan dari rata-rata terkecil hingga terbesar.

Perlakuan	Rerata	A	B	C	D	Notasi
		51,18	61,58	74,33	84,70	
A	51,18	-	-	-	-	a
B	61,58	10,40 <sup>ns</sup>	-	-	-	a
C	74,33	23,14 <sup>ns</sup>	12,75 <sup>ns</sup>	-	-	ab
D	84,70	35,51 <sup>**</sup>	23,12 <sup>ns</sup>	10,37 <sup>ns</sup>	-	b

Keterangan: (<sup>ns</sup>) *non significant* = tidak berbeda nyata (\*) = berbeda nyata; (\*\*) = berbeda sangat nyata.

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

## Perhitungan Uji Polinomial Ortogonal

Perlakuan	Hasil (Ti)	Perbandingan (Ci)		
		Linier	Kuadratik	Kubik
P1	204,74	-3	1	-1
P2	246,32	-1	-1	3
P3	297,31	1	-1	-3
P4	338,79	3	1	1
<b>Q= Σ(ci*Ti)</b>		453,16	-0,10	-18,92
<b>Hasil Kuadrat</b>		20,00	4,00	20,00
<b>Kr= (Σci^2)*R</b>		60,00	12,00	60,00
<b>JK=Q^2/KR</b>		3422,59	0,00	5,96
<b>Total JK Regresi</b>		3428,56		

## Uji Regresi

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F. Hitung	F 5%	F 1%
<b>1. Perlakuan</b>	3	2571,42				
<b>Linier</b>	1	3422,59	3422,59	14,45**	3,49	5,95
<b>Kuadratik</b>	1	0,00	0,00	0,00 <sup>ns</sup>	3,49	5,95
<b>Kubik</b>	1	5,96	5,96	0,03 <sup>ns</sup>	3,49	5,95
<b>2. Acak</b>	12	2843,26	236,94			
<b>3. Total</b>	15	5414,68				

Keterangan: (ns) Non Signifikan; (\*) Berbeda Nyata; (\*\*) Berbeda Sangat Nyata

$$R^2 \text{ Linier} = \frac{\text{JK Linier}}{\text{JK Linier} + \text{JK Acak}} = \frac{3422,59}{3422,59 + 2843,26} = 0,55$$

$$R^2 \text{ Kuadratik} = \frac{\text{JK Kuadratik}}{\text{JK Kuadratik} + \text{JK Acak}} = \frac{0,00}{0,00 + 2843,26} = 0,00$$

$$R^2 \text{ Kubik} = \frac{\text{JK Kubik}}{\text{JK Kubik} + \text{JK Acak}} = \frac{5,96}{5,96 + 2843,26} = 0,002$$

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

$$R \text{ (koefisien determinasi)} = \sqrt{R^2 \text{ linier}} = \sqrt{0,55} = 0,74$$

Persamaan regresi linier dapat diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut.

Perlakuan	X	Y	XY	X <sup>2</sup>
A1	23	45,00	1035,00	529
A2	23	65,00	1495,00	529
A3	23	42,11	968,42	529
A4	23	52,63	1210,53	529
B1	25	70,59	1764,71	625
B2	25	89,47	2236,84	625
B3	25	38,89	972,22	625
B4	25	47,73	1184,21	625
C1	27	55,00	1485,00	729
C2	27	88,89	2400,00	729
C3	27	68,42	1847,37	729
C4	27	85,00	2295,00	729
D1	29	87,50	2537,50	841
D2	29	73,33	2126,67	841
D3	29	84,21	2442,11	841
D4	29	93,75	2718,75	841
<b>Jumlah</b>	416	1087,16	28719,32	10896
<b>Rerata</b>	$\bar{X} = 26$	$\bar{Y} = 67,95$	1794,96	681

Keterangan:

- X : Perlakuan suhu yang digunakan  
 Y : Hasil yang didapatkan pada tiap perlakuan  
 $\bar{X}$  : Rata-rata seluruh nilai X  
 $\bar{Y}$  : Rata-rata seluruh nilai Y

**Mencari  $b_1$  :**

$$b_1 = \frac{\sum XY - \frac{\sum X \cdot \sum Y}{n}}{\sum X - \frac{(\sum X)^2}{n}} = \frac{28719,32 - \frac{416 \cdot 1087,16}{16}}{416 - \frac{(10896)^2}{16}} = \frac{453,16}{80} = 5,66$$

**Mencari  $b_0$  :**

$$b_0 = \bar{Y} - (b_1 \cdot \bar{X}) = 67,95 - (5,66 \cdot 26) = -79,33$$

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

$$y = -79,33 + 5,66x$$

Untuk  $x = 23$  maka  $y = -79,33 + 5,66(23) = 50,85$

$x = 25$  maka  $y = -79,33 + 5,66(25) = 62,17$

$x = 27$  maka  $y = -79,33 + 5,66(27) = 73,49$

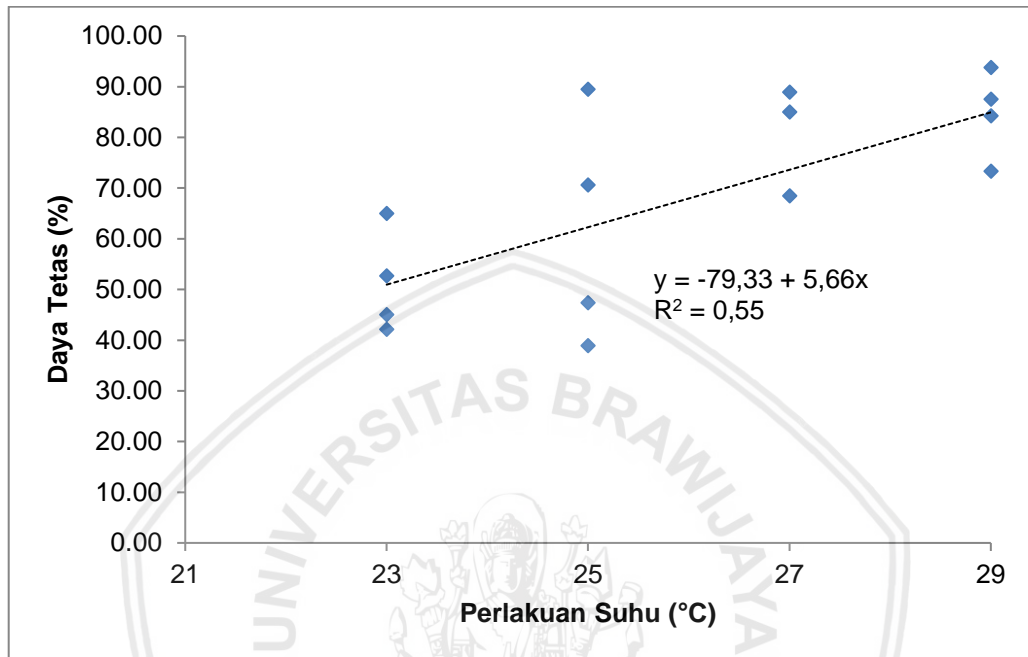
$x = 29$  maka  $y = -79,33 + 5,66(29) = 84,81$

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 Uceng

Perlakuan	Ulangan (%)				Total	Rerata
	1	2	3	4		
A (23°C)	22,22	30,77	37,50	50,00	140,49	35,12
B (25°C)	33,33	17,65	71,43	44,44	166,85	41,71
C (27°C)	63,64	43,75	46,15	47,06	200,60	50,15
D (29°C)	57,14	72,73	68,75	66,67	265,29	66,32
<b>Total</b>					<b>773,23</b>	

## Perhitungan

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{\text{Total}^2}{n \cdot r} = \frac{773,23^2}{4 \times 4} = 37367,86$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Kuadrat (JK) Total} &= (A1^2)+(A2^2)+(A3^2)+(A4^2)+(B1^2)+\dots+(D4^2) - \text{FK} \\ &= (22,22^2)+(30,77^2)+(37,50^2)+(50,00^2)+(33,33^2)+\dots \\ &\quad +(66,67^2) - 37367,86 \\ &= 4512,77 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{\sum A^2 + \sum B^2 + \sum C^2 + \sum D^2}{r} - \text{FK} \\ &= \frac{\sum 140,49^2 + \sum 166,85^2 + \sum 200,60^2 + \sum 265,29^2}{4} - 37367,86 = 2180,88 \end{aligned}$$

$$\text{JK Acak} = \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} = 4512,77 - 2180,88 = 2331,89$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Y Kuadrat} &= (A1^2)+(A2^2)+(A3^2)+(A4^2)+(B1^2)+\dots+(D4^2) \\ &= (22,22^2)+(30,77^2)+(37,50^2)+(50,00^2)+(33,33^2)+\dots+(66,67^2) \\ &= 41880,63 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Derajat Bebas (db) Total} &= (t \cdot r) - 1 = (4 \cdot 4) - 1 = 15 \\ \text{db Perlakuan} &= t - 1 = 4 - 1 = 3 \\ \text{db Acak} &= \text{db Total} - \text{db Perlakuan} = 15 - 3 - 1 = 11 \end{aligned}$$

$$\text{Kuadrat Tengah (KT) Perlakuan} = \frac{\text{JK Perlakuan}}{\text{db Perlakuan}}$$

$$\text{KT Acak} = \frac{\text{JK Acak}}{\text{db Acak}}$$

$$\text{F Hitung} = \frac{\text{KT Perlakuan}}{\text{KT Acak}}$$

## Tabel Analisis Variasi

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F5%	F1%
Rata-rata	1	37367,86	37367,86			
Perlakuan	3	2180,88	726,96	3,43 <sup>ns</sup>	3,59	6,22
Acak	11	2331,89	211,99			
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>4512,77</b>				

Keterangan: (ns) Non Signifikan; (\*) Berbeda Nyata; (\*\*) Berbeda Sangat Nyata



Berdasarkan hasil perhitungan analisis sidik ragam di atas dapat diketahui bahwa nilai F hitung lebih kecil daripada F tabel 5%, hal ini menunjukkan bahwa perlakuan suhu tanpa arus tidak berbeda nyata dengan perlakuan suhu yang menggunakan arus terhadap sintasan larva, sehingga dapat dilanjutkan ke perhitungan RAL.

**Tabel Sidik Ragam**

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F5%	F1%
Perlakuan	3	2180,88	726,96	3,74*	3,49	5,95
Acak	12	2331,89	194,32			
Total	15	4512,77				

Keterangan: (ns) Non Signifikan; (\*) Berbeda Nyata; (\*\*) Berbeda Sangat Nyata

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

#### Menghitung Nilai BNT

$$SED = \sqrt{\frac{2 \times KT \text{ Acak}}{\text{ulangan}}} = \sqrt{\frac{2 \times 194,32}{4}} = 9,86$$

$$BNT \ 5\% = t \text{ tabel } 5\% \text{ (db acak)} \times SED = 2,18 \times 9,86 = 21,48$$

$$BNT \ 1\% = t \text{ tabel } 1\% \text{ (db acak)} \times SED = 3,05 \times 9,86 = 30,11$$

#### Tabel Uji BNT

Perlakuan pada table BNT diurutkan dari rata-rata terkecil hingga terbesar.

Perlakuan	Rerata	A	B	C	D	Notasi
		51,18	61,58	74,33	84,70	
A	35,12	-	-	-	-	a
B	41,71	6,59 <sup>ns</sup>	-	-	-	a
C	50,15	15,03 <sup>ns</sup>	8,44 <sup>ns</sup>	-	-	ab
D	66,32	31,20*	24,61*	16,17 <sup>ns</sup>	-	b

Keterangan: (<sup>ns</sup>) *non significant* = tidak berbeda nyata (\*) = berbeda nyata

Berdasarkan uji BNT di atas dapat diurutkan pengaruh perlakuan mulai dari yang berpengaruh nyata sampai dengan yang tidak berpengaruh nyata yakni

**D → C → B → A**

## Perhitungan Uji Polinomial Ortogonal

Perlakuan	Hasil (Ti)	Perbandingan (Ci)		
		Linier	Kuadratik	Kubik
A	140,49	-3	1	-1
B	166,85	-1	-1	3
C	200,60	1	-1	-3
D	265,29	3	1	1
<b>Q= Σ(ci*Ti)</b>		408,13	38,33	23,56
<b>Hasil Kuadrat</b>		20,00	4,00	20,00
<b>Kr= (Σci<sup>2</sup>)*R</b>		60,00	12,00	60,00
<b>JK=Q<sup>2</sup>/KR</b>		2776,19	122,41	9,25
<b>Total JK Regresi</b>		2907,85		

## Uji Regresi

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F. Hitung	F 5%	F 1%
<b>1. Perlakuan</b>	3	2180,88				
<b>Linier</b>	1	2776,19	2776,19	14,29**	3,49	5,95
<b>Kuadratik</b>	1	122,41	122,41	0,63 <sup>ns</sup>	3,49	5,95
<b>Kubik</b>	1	9,25	9,25	0,05 <sup>ns</sup>	3,49	5,95
<b>2. Acak</b>	12	2331,89	194,32			
<b>3. Total</b>	15	4512,77				

Keterangan: (ns) Non Signifikan; (\*) Berbeda Nyata; (\*\*) Berbeda Sangat Nyata

$$R^2 \text{ Linier} = \frac{JK \text{ Linier}}{JK \text{ Linier} + JK \text{ Acak}} = \frac{2776,19}{2776,19 + 2331,89} = 0,54$$

$$R^2 \text{ Kuadratik} = \frac{JK \text{ Kuadratik}}{JK \text{ Kuadratik} + JK \text{ Acak}} = \frac{122,41}{122,4 + 2331,89} = 0,05$$

$$R^2 \text{ Kubik} = \frac{JK \text{ Kubik}}{JK \text{ Kubik} + JK \text{ Acak}} = \frac{9,25}{9,25 + 2331,89} = 0,004$$

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

$$R \text{ (koefisien determinasi)} = \sqrt{R^2 \text{ linier}} = \sqrt{0,54} = 0,74$$

Persamaan regresi linier dapat diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut.

Perlakuan	X	Y	XY	X <sup>2</sup>
A1	23	22,22	511,11	529
A2	23	30,77	707,69	529
A3	23	37,50	862,50	529
A4	23	50,00	1150,00	529
B1	25	33,33	833,33	625
B2	25	17,65	441,18	625
B3	25	71,43	1785,71	625
B4	25	44,44	1111,11	625
C1	27	63,64	1718,18	729
C2	27	43,75	1181,25	729
C3	27	46,15	1246,15	729
C4	27	47,06	1270,59	729
D1	29	57,14	1657,14	841
D2	29	72,73	2109,09	841
D3	29	68,75	1993,75	841
D4	29	66,67	1933,33	841
<b>Jumlah</b>	416	773,23	20512,33	10896
<b>Rerata</b>	$\bar{X} = 26$	$\bar{Y} = 48,33$	1282,01	681

Keterangan:

- X : Perlakuan suhu yang digunakan  
 Y : Hasil yang didapatkan pada tiap perlakuan  
 $\bar{X}$  : Rata-rata seluruh nilai X  
 $\bar{Y}$  : Rata-rata seluruh nilai Y

**Mencari  $b_1$  :**

$$b_1 = \frac{\sum XY - \frac{\sum X \cdot \sum Y}{n}}{\sum X - \frac{(\sum X)^2}{n}} = \frac{20512,33 - \frac{416 \cdot 773,23}{16}}{416 - \frac{(10896)^2}{16}} = \frac{408,13}{80} = 5,10$$

**Mencari  $b_0$  :**

$$b_0 = \bar{Y} - (b_1 \cdot \bar{X}) = 48,33 - (5,10 \cdot 26) = -84,32$$

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

$$y = -84,32 + 5,10x$$

Untuk  $x = 23$  maka  $y = -84,32 + 5,10(23) = 33,02$

$x = 25$  maka  $y = -84,32 + 5,10(25) = 43,22$

$x = 27$  maka  $y = -84,32 + 5,10(27) = 53,43$

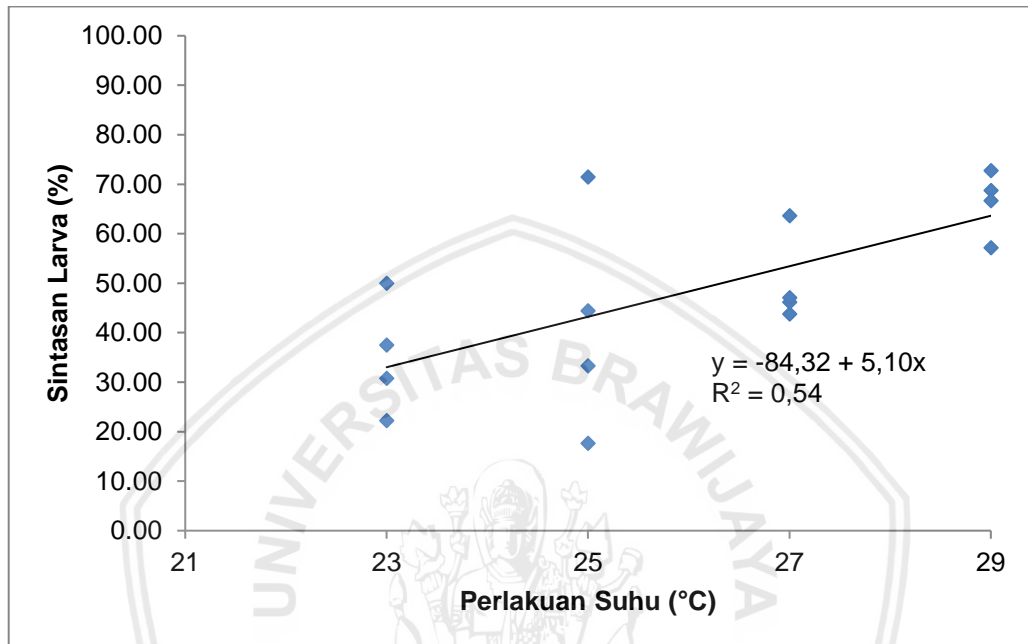
$x = 29$  maka  $y = -84,32 + 5,10(29) = 63,63$

Keterangan:

$b_1$  : Lengkungan 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

## d. Denyut Jantung Embrio Ikan Uceng

Perlakuan	Ulangan (denyut/menit)				Total	Rerata
	1	2	3	4		
A	194	152	164	168	678	168,50
B	204	172	187	195	758	189,50
C	216	203	205	204	828	207
D	212	222	203	207	844	211

## Perhitungan

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{\text{Total}^2}{n \cdot r} = \frac{3108^2}{4 \times 4} = 603729$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Kuadrat (JK) Total} &= (A1^2)+(A2^2)+(A3^2)+(A4^2)+(B1^2)+\dots+(D4^2) - \text{FK} \\ &= (194^2)+(152^2)+(164^2)+(168^2)+(204^2)+\dots+(207^2) - \\ &\quad 603729 \\ &= 6117 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{\sum A^2 + \sum B^2 + \sum C^2 + \sum D^2}{r} - \text{FK} \\ &= \frac{\sum 678^2 + \sum 758^2 + \sum 828 + \sum 844^2}{4} - 603279 = 4313 \end{aligned}$$

$$\text{JK Acak} = \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} = 943,75 - 556,25 = 387,500$$

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

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

$$\begin{aligned} \text{db Acak} &= \text{db Total} - \text{db Perlakuan} - \text{db Rata-rata} = 15 - 3 - 1 \\ &= 11 \end{aligned}$$

$$\text{Kuadrat Tengah (KT) Perlakuan} = \frac{\text{JK Perlakuan}}{\text{db Perlakuan}}$$

$$\text{KT Acak} = \frac{\text{JK Acak}}{\text{db Acak}}$$

$$\text{F Hitung} = \frac{\text{KT Perlakuan}}{\text{KT Acak}}$$

## Tabel Analisis Variasi

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Rata-rata	1	603729	603729			
Perlakuan	3	4313	1437,67	8,77**	3,59	6,22
Acak	11	1804	164			
Total	15	6117				

Keterangan: (ns) Non Signifikan; (\*) Berbeda Nyata; (\*\*) Berbeda Sangat Nyata

Berdasarkan hasil perhitungan analisis sidik ragam di atas dapat diketahui bahwa nilai F hitung lebih besar daripada F tabel 5% dan F tabel 1%, hal ini menunjukkan bahwa perlakuan suhu yang berbeda berpengaruh sangat nyata terhadap derajat penguapan telur ikan uceng. Hasil tersebut juga menunjukkan bahwa perlakuan A dengan penambahan arus berbeda nyata dengan perlakuan B, C dan D dimana perlakuannya tanpa menggunakan arus, sehingga tidak dapat dilanjutkan perhitungan RAL karena perlakuan yang tidak homogen.



## Lampiran 10. Lanjutan

## e. Kebutuhan Oksigen Embrio Ikan Uceng

Perlakuan	Ulangan (denyut/menit)				Total	Rerata
	1	2	3	4		
A	1,55	0,37	0,58	0,83	3,33	0,83
B	1,24	0,53	1,75	1,04	4,26	1,14
C	1,09	1,85	1,43	1,95	6,30	1,58
D	1,24	2,09	1,44	1,82	6,59	1,65

## Perhitungan

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{\text{Total}^2}{n \cdot r} = \frac{20,79^2}{4 \times 4} = 27,01$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Kuadrat (JK) Total} &= (A1^2)+(A2^2)+(A3^2)+(A4^2)+(B1^2)+\dots+(D4^2) - \text{FK} \\ &= (1,55^2)+(0,37^2)+(0,58^2)+(0,83^2)+(1,24^2)+\dots+(1,82^2) - \\ &\quad 27,01 \\ &= 4,22 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{\sum A^2 + \sum B^2 + \sum C^2 + \sum D^2}{r} - \text{FK} \\ &= \frac{\sum 3,33^2 + \sum 4,26^2 + \sum 6,30 + \sum 6,59^2}{4} - 27,01 = 1,77 \end{aligned}$$

$$\text{JK Acak} = \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} = 4,22 - 1,77 = 2,46$$

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

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

$$\begin{aligned} \text{db Acak} &= \text{db Total} - \text{db Perlakuan} - \text{db Rata-rata} = 15 - 3 - 1 \\ &= 11 \end{aligned}$$

$$\text{Kuadrat Tengah (KT) Perlakuan} = \frac{\text{JK Perlakuan}}{\text{db Perlakuan}}$$

$$\text{KT Acak} = \frac{\text{JK Acak}}{\text{db Acak}}$$

$$\text{F Hitung} = \frac{\text{KT Perlakuan}}{\text{KT Acak}}$$

## Tabel Analisis Variasi

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Rata-rata	1	27,01	27,01			
Perlakuan	3	1,77	0,59	2,64 <sup>ns</sup>	3,59	6,22
Acak	11	2,46	0,22			
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>4,22</b>				

Keterangan: (ns): tidak berbeda nyata

Berdasarkan hasil perhitungan analisis variasi di atas dapat diketahui

bahwa nilai F hitung lebih kecil daripada F tabel 5%, hal ini menunjukkan bahwa perlakuan suhu dengan arus tidak berbeda dengan perlakuan suhu tanpa arus sehingga dapat dilanjutkan ke perhitungan RAL

**Tabel Sidik Ragam**

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F5%	F1%
Perlakuan	3	1,77	0,59	2,88 <sup>ns</sup>	3,49	5,95
Acak	12	2,46	0,20			
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>4,22</b>				

Keterangan: (ns) Non Signifikan; (\*) Berbeda Nyata; (\*\*) Berbeda Sangat Nyata

Berdasarkan tabel analisis sidik ragam di atas diketahui nilai F hitung lebih kecil dari F tabel 5% sehingga tidak berbeda nyata dan tidak dapat dilanjutkan ke uji BNT.

