

**PENGARUH KEJUTAN SUHU 41°C PADA UMUR EMBRIO BERBEDA  
TERHADAP KEBERHASILAN TETRAPLOIDISASI  
IKAN BETOK (*Anabas testudineus*)**

**SKRIPSI**

Oleh:

**SUMAYYAH  
NIM.155080501111043**



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

**PENGARUH KEJUTAN SUHU 41°C PADA UMUR EMRIO BERBEDA  
TERHADAP KEBERHASILAN TETRAPLOIDISASI  
IKAN BETOK (*Anabas testudineus*)**

**SKRIPSI**

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

Oleh:

**SUMAYYAH  
NIM. 155080501111043**



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

SKRIPSI

PENGARUH KEJUTAN SUHU 41°C PADA UMUR EMBRIO BERBEDA TERHADAP KEBERHASILAN TETRAPLOIDISASI IKAN BETOK (*Anabas testudineus*)

Oleh:

SUMAYYAH  
NIM.155080501111043

telah dipertahankan didepan penguji pada tanggal 3 September 2019 dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui,  
Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2

  
(Dr. Ir. Maheno Sri Widodo, MS)  
NIP. 19600425 198503 1 002  
Tanggal: 23 SEP 2019

  
(Soko Nuswantoro, S.Pi., M.Si)  
NIK. 201301 860423 1 001  
Tanggal: 23 SEP 2019

Mengetahui:  
Ketua Jurusan MSP  
  
(Dr. Ir. M. Firdaus, MP)  
NIP. 19680919 200501 1 001  
Tanggal : 23 SEP 2019



## IDENTITAS TIM PENGUJI

Judul : **PENGARUH KEJUTAN SUHU 41°C PADA UMUR EMBRIO BERBEDA TERHADAP KEBERHASILAN TETRAPLOIDISASI IKAN BETOK (*Anabas testudineus*)**

Nama Mahasiswa : Sumayyah  
NIM : 155080501111043  
Program Studi : Budidaya Perairan

### PENGUJI PEMBIMBING:

Pembimbing 1 : Dr. Ir. Maheno Sri Widodo, MS  
Pembimbing 2 : Soko Nuswantoro, S.Pi., M.Si

### PENGUJI BUKAN PEMBIMBING:

Pembimbing 1 : Nasrullah Bai Arifin, S.Pi., M.Sc  
Pembimbing 2 : Yuni Widyawati, S.Pi., MP  
Tanggal Ujian : 3 September 2019

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT atas karunia dan kesehatan yang diberikan selama ini sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Bapak Dr. Ir. Maheno Sri Widodo, MS dan Bapak Soko Nuswantoro, S.Pi., M.Si selaku dosen pembimbing yang senantiasa membimbing untuk menyelesaikan skripsi ini.
3. Abi Sungkowo Mulyo, S.E dan Umi Ulfah, S.Pd tercinta, orang yang tidak pantang menyerah dalam memberikan doa, bantuan, dukungan, pengorbanan dan semangat di setiap langkah perjalanan penulis dalam menuntut ilmu. Serta Mas Salman Al Faruq dan Adik Nurul Khonsa.
4. Bapak Dr. Akhmad Taufiq Mukti, S.Pi., M.Si selaku konsultan penelitian yang senantiasa mengajari dan memberikan ilmunya.
5. Teman - teman seperjuangan Bismillah 4N, Yusuf Hidayah, Hajar Nabilah, Faishal Teduh, Ilyas Fijajan dan Ema Artarini atas bantuannya selama penelitian dan selama penyusunan laporan.
6. Bapak Udin, Bapak Sani, Mas Daus yang sangat baik dan telah membantu dan membimbing serta mengarahkan selama kegiatan penelitian di laboratorium.
7. Silvia Anggaita dan Safira Cynthia atas dukungan dan bantuannya selama ini
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, terima kasih atas segalanya.

Malang, Agustus 2019

Penulis

## RINGKASAN

**Sumayyah.** Pengaruh Kejutatan Suhu 41°C pada Umur Embrio Berbeda terhadap Keberhasilan Tetraploidisasi Ikan Betok (*Anabas testudineus*). Dibawah bimbingan **Dr. Ir. Maheno Sri Widodo, MS dan Soko Nuswantoro, S.Pi., M.Si**

---

Salah satu alternatif untuk menjaga biodiversitas ikan lokal asli Indonesia adalah dengan cara mendomestikasikan dan membudidayakannya. Salah satu ikan lokal yang potensial untuk di budidayakan adalah ikan betok (*A. testudineus*). Kendala utama dalam pengembangan budidaya ikan betok adalah terbatasnya benih, baik dalam kualitas maupun kuantitasnya.

Peningkatan produktivitas dan peningkatan kualitas genetik ikan dapat dilakukan dengan manipulasi kromosom salah satunya dengan tetraploidisasi. Individu tetraploid mempunyai kemampuan di dalam pembelahan sel yang lebih tinggi dibandingkan dengan ikan normal diploid sehingga ikan tetraploid akan mempunyai jumlah sel yang lebih banyak dibandingkan dengan ikan normal. Hal ini berhubungan dengan tingkat pertumbuhan pada ikan tetraploid yang jauh lebih besar dibandingkan dengan ikan diploid secara umum. Pendekatan praktis untuk induksi tetraploidi yaitu melalui kejutan suhu.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kejutan suhu 41°C pada umur embrio berbeda terhadap keberhasilan tetraploidisasi ikan betok (*A.testudineus*). Penelitian ini dilaksanakan di UPT Laboratorium Kesehatan Ikan dan Lingkungan Pasuruan, Laboratorium Budidaya Ikan Divisi Reproduksi Ikan dan Laboratorium Ilmu Teknologi Hasil Perikanan Divisi Keamanan Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang pada bulan Februari 2019 - Mei 2019.

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan dengan kontrol (tanpa kejutan suhu 41°C). Perlakuan A (umur embrio 29 menit), perlakuan B (umur embrio 30 menit), perlakuan C (umur embrio 31 menit) dan perlakuan D (umur embrio 32 menit). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan kejutan suhu 41°C pada umur embrio berbeda pada setiap perlakuan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap keberhasilan tetraploidisasi ikan betok (*A. testudineus*). Didapatkan jumlah ikan tetraploid tertinggi pada perlakuan D (32 menit) dengan rata-rata sebesar 67,71% dan terendah pada perlakuan A (29 menit) dengan rata-rata 39,46%.

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah kejutan suhu 41°C pada umur embrio berbeda berpengaruh terhadap parameter utama penelitian yaitu keberhasilan tetraploidisasi ikan betok (*A. testudineus*) dan berpengaruh terhadap parameter penunjang penelitian yaitu *hatching rate*, *spesific growth rate* dan *survival rate* ikan betok (*A. testudineus*).

## KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas berkah, karunia serta ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan Judul: "Pengaruh Kejutan Suhu 41°C pada Umur Embrio Berbeda terhadap Keberhasilan Tetraploidisasi Ikan Betok (*Anabas testudineus*)".

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana perikanan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang. Diharapkan skripsi ini berguna bagi pihak yang membutuhkan sebagai suatu referensi pada perkembangan dan kemajuan pada sektor budidaya ikan betok di Indonesia terutama dalam peningkatan produktivitas dan peningkatan kualitas genetik ikan yang dapat dilakukan dengan manipulasi kromosom salah satunya dengan poliploidisasi.

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

Malang, Agustus 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>IDENTITAS TIM PENGUJI</b> .....	iv
<b>UCAPAN TERIMAKASIH</b> .....	v
<b>RINGKASAN</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiii
<b>1. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Hipotesis.....	4
1.5 Kegunaan Penelitian.....	4
1.6 Tempat dan Waktu .....	4
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
2.1 Biologi Ikan Betok ( <i>Anabas testudineus</i> ).....	6
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi .....	6
2.1.2 Habitat.....	7
2.1.3 Reproduksi .....	8
2.1.4 Kebiasaan Makan.....	8
2.1.5 Embriogenesis.....	9
2.2 Poliploidisasi.....	10
2.3 Tetraploidisasi .....	11
2.4 Kejutuan Suhu .....	12
2.4 Nukleolus dan Kromosom.....	13



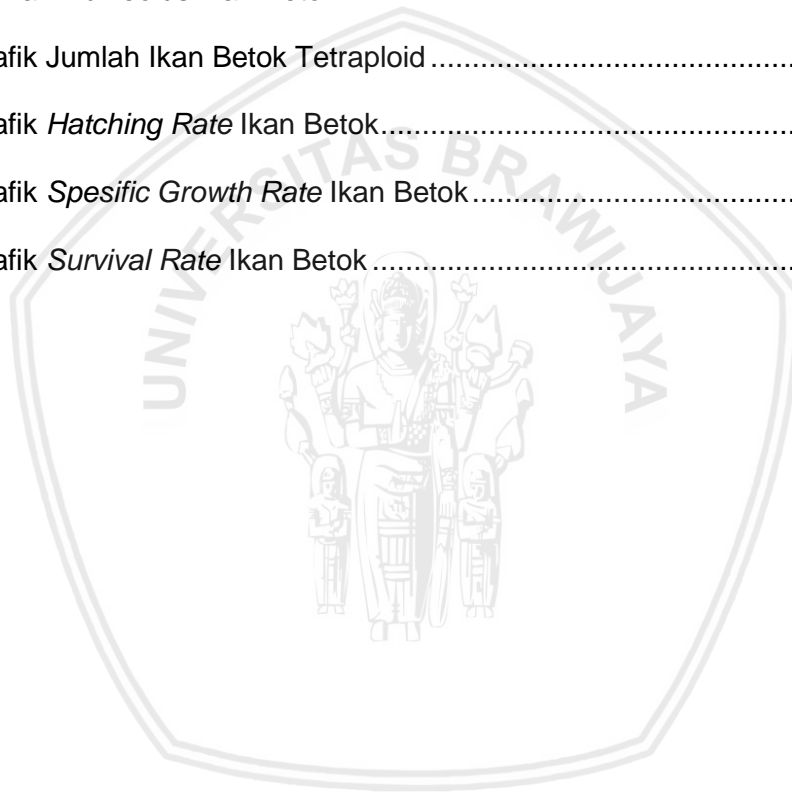
<b>3. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>14</b>
3.1 Alat dan Bahan Penelitian .....	14
3.1.1 Alat Penelitian .....	14
3.1.2 Bahan Penelitian .....	15
3.2 Metode Penelitian .....	16
3.3 Rancangan Percobaan Penelitian.....	17
3.4 Prosedur Penelitian .....	19
3.4.1 Seleksi Induk .....	19
3.4.2 Pengadaan Sperma.....	19
3.4.3 Striping Telur .....	19
3.4.4 Pembuahan Telur.....	19
3.4.5 Perlakuan Kejutan Suhu Panas .....	20
3.4.6 Penetasan telur .....	20
3.4.7 Pemeliharaan larva.....	20
3.4.8 Kualitas Air .....	20
3.5 Parameter Uji.....	21
3.5.1. Parameter Utama .....	21
3.5.2. Parameter Penunjang.....	22
3.6 Analisis Data .....	24
<b>4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>25</b>
4.1 Parameter Utama .....	25
4.1.1 Jumlah Ikan Betok Tetraploid .....	25
4.2 Parameter Penunjang.....	28
4.2.1 Embriogenesis.....	29
4.2.2 <i>Hatching Rate</i> .....	31
4.2.3 Abnormalitas .....	34
4.2.4 <i>Spesific Growth Rate</i> .....	35
4.2.5 <i>Survival Rate</i> .....	38
4.2.6 Kualitas Air .....	41
<b>5. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>44</b>
5.1 Kesimpulan.....	44
5.2 Saran.....	44
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>45</b>

<b>GLOSARIUM.....</b>	<b>48</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>51</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Ikan Betok ( <i>Anabas testudineus</i> ) .....	7
2. Embriogenesis.....	9
3. Inti Sel .....	13
4. Denah Penelitian .....	18
5. Jumlah Nukleolus Ikan Betok.....	26
6. Grafik Jumlah Ikan Betok Tetraploid .....	27
7. Grafik <i>Hatching Rate</i> Ikan Betok.....	32
8. Grafik <i>Spesific Growth Rate</i> Ikan Betok.....	36
9. Grafik <i>Survival Rate</i> Ikan Betok .....	39

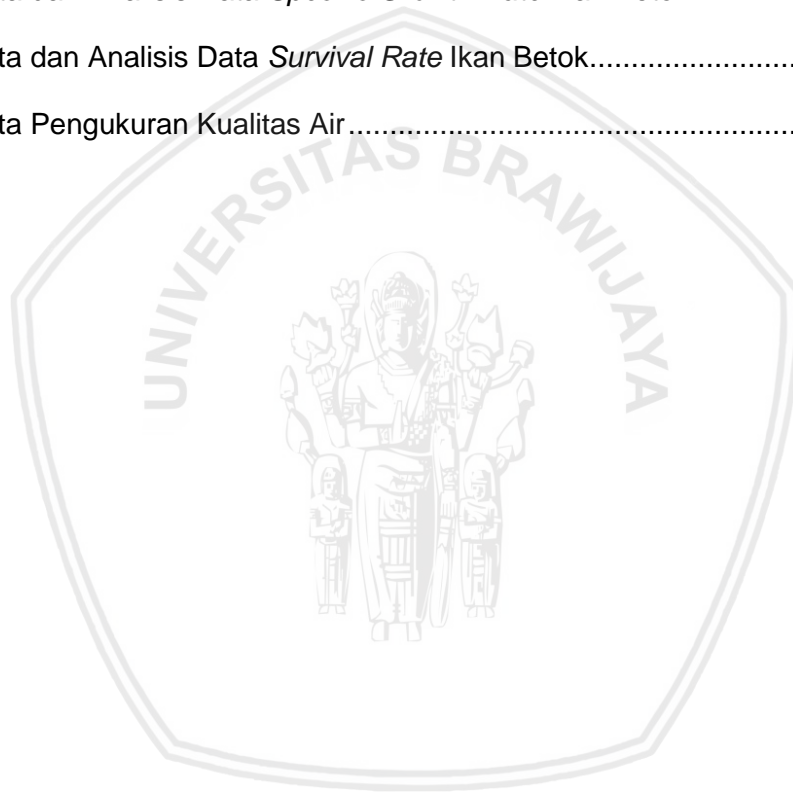


## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Alat Penelitian.....	14
2. Bahan Penelitian .....	15
3. Layout Penelitian .....	18
4. Data Jumlah Ikan Betok Tetraploid .....	25
5. Sidik Ragam Jumlah Ikan Betok Tetraploid .....	27
6. Uji BNT Jumlah Ikan Betok Tetraploid .....	28
7. Akumulasi Waktu Perkembangan Embrio.....	29
8. Data <i>Hatching Rate</i> Ikan Betok.....	31
9. Sidik Ragam <i>Hatching Rate</i> Ikan Betok .....	32
10. Uji BNT <i>Hatching Rate</i> Ikan Betok .....	33
11. Data <i>Spesific Growth Rate</i> Ikan Betok .....	35
12. Sidik Ragam <i>Spesific Growth Rate</i> Ikan Betok .....	36
13. Uji BNT <i>Spesific Growth Rate</i> Ikan Betok .....	37
14. Data <i>Survival Rate</i> Ikan Betok .....	38
15. Sidik Ragam <i>Survival Rate</i> Ikan Betok.....	39
16. Uji BNT <i>Survival Rate</i> Ikan Betok .....	40
17. Data Kisaran Kualitas Air .....	43

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Dokumentasi Alat dan Bahan .....	51
2. Data dan Analisis Data Jumlah Ikan Betok Tetraploid.....	54
3. Data Akumulasi Waktu Perkembangan Embrio Ikan Betok.....	58
4. Data dan Analisis Data Hatching Rate Ikan Betok .....	69
5. Data dan Analisis Data <i>Specific Growth Rate</i> Ikan Betok .....	73
6. Data dan Analisis Data <i>Survival Rate</i> Ikan Betok.....	77
7. Data Pengukuran Kualitas Air.....	81



## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Menurut Nugroho, *et al.* (2012), produksi ikan dari hasil budidaya ikan air tawar sebagian besar (75.71%) didapatkan dari komoditas-komoditas ikan introduksi yang sudah lama di domestikasi di Indonesia yaitu ikan mas, nila, lele dumbo, dan patin. Produksi ikan-ikan lokal asli Indonesia tidak terinci tercatat, namun dikelompokkan ke dalam ikan lainnya yang tercatat sekitar 20% dari total produksi ikan air tawar pada tahun 2008. Banyaknya budidaya ikan introduksi yang sudah lama di domestikasi tersebut di beberapa daerah menjadi salah satu penyebab mulai jarang bahkan sulitnya beberapa jenis ikan lokal asli Indonesia yang dapat ditemui di perairan umum. Salah satu alternatif untuk menjaga biodiversitas ikan-ikan lokal asli Indonesia adalah dengan cara mendomestikasikan dan membudidayakannya. Salah satu ikan lokal yang potensial untuk di budidayakan adalah ikan betok (*A. testudineus*) yang merupakan salah satu spesies dari Famili Anabantidae.

Menurut Prianto, *et al.* (2014), ikan betok merupakan ikan asli perairan umum daratan Indonesia yang distribusinya meliputi Asia Selatan dan Asia Tenggara, habitatnya meliputi sungai, kanal, danau, kolam, rawa-rawa dan sawah. Di Pulau Sumatera, Jawa dan Kalimantan ikan ini dapat ditemukan di rawa, sungai, danau dan selokan air. Ikan betok memiliki alat pernapasan tambahan berupa *labyrinth* yang berfungsi membantu pengambilan oksigen dari udara. Ikan betok digemari oleh masyarakat karena mempunyai tekstur daging yang lembut dan gurih. Menurut Putri, *et al.* (2013), ikan betok (*A. testudineus*) adalah jenis ikan air tawar yang hidup liar di rawa banjir serta sungai, dan masih jarang sekali dibudidayakan. Ikan betok termasuk golongan ikan omnivora yang cenderung karnivora. Selain harganya tinggi, ikan betok tahan terhadap perubahan

lingkungan, penyakit. Ikan betok juga memiliki rasa daging yang enak sehingga banyak dikonsumsi masyarakat. Kendala utama dalam pengembangan budidaya ikan betok adalah terbatasnya benih, baik dalam kualitas maupun kuantitasnya. Keberhasilan budidaya ikan betok sangat tergantung pada teknologi pembenihan dan pemeliharaan larva.

Menurut Mukti, *et al.* (2001), peningkatan produktivitas dan peningkatan kualitas genetik ikan dapat dilakukan dengan manipulasi kromosom salah satunya dengan poliploidisasi. Poliploidisasi merupakan salah satu metode manipulasi kromosom untuk menghasilkan benih-benih ikan yang mempunyai keunggulan, antara lain yaitu pertumbuhan cepat, toleransi terhadap lingkungan dan resisten terhadap penyakit. Menurut Kadi (2007), manipulasi poliploid dilakukan untuk mendapatkan jenis yang mempunyai lebih dari 2 set kromosom ( $2n$ ), berdasarkan pertimbangan pemuliaan terhadap flora dan fauna untuk memperbaiki mutu yang lebih baik dari jenis atau organisme sebelumnya. Individu normal di alam pada umumnya memiliki 2 set kromosom yang biasa disebut diploid ( $2n$ ). Individu diploid yang menghasilkan mutan gamet haploid ( $n$ ), biasanya berumur pendek. Manipulasi poliploid menghasilkan individu triploid, tetraploid dan ploid yang lebih tinggi. Poliploid ini dapat tumbuh lebih pesat dibandingkan individu diploid dan haploid. Individu triploid memiliki sifat steril dan individu tetraploid bersifat fertil.

Salah satu teknik poliploidisasi yaitu dengan tetraploidisasi. Menurut Rustidja (2004), pada individu tetraploid mempunyai kemampuan di dalam pembelahan sel yang jauh lebih tinggi bila dibandingkan dengan ikan normal diploid sehingga ikan tetraploid akan mempunyai jumlah sel yang lebih banyak jika dibandingkan dengan ikan normal. Hal ini berhubungan dengan tingkat pertumbuhan pada ikan tetraploid yang jauh lebih besar dibandingkan dengan ikan diploid secara umum. Menurut Mukti (2007), tetraploidisasi adalah manipulasi kromosom pada ikan yang memiliki jumlah kromosom  $2n$  (diploid) menjadi ikan

dengan jumlah kromosom  $4n$  (tetraploid). Induksi tetraploidi adalah penghambatan dari pembentukan membran sel di antara sel-sel pada pembelahan mitosis untuk tujuan penggandaan. Ikan tetraploid relatif mudah untuk diproduksi melalui pencegahan peloncatan pembelahan sel pertama pada telur terfertilisasi menggunakan perlakuan fisik atau kimia.

Menurut Hartono, *et al.* (2016), pendekatan praktis untuk induksi tetraploidi yaitu melalui perlakuan aplikatif kejutan suhu sesaat setelah pembelahan pertama pada suhu *lethal*. Kejutan suhu selain murah dan mudah, juga efisien dapat dilakukan dalam jumlah banyak. Pembuatan ikan tetraploid ditentukan oleh kondisi optimum, waktu fertilisasi akhir, suhu kejutan, dan lama kejutan. Induksi tetraploid telah dicapai dengan tekanan, suhu, atau kejutan kimia zigot pada banyak spesies. Oleh karena itu, pemberian kejutan suhu  $41^{\circ}\text{C}$  pada umur embrio berbeda diharapkan dapat meningkatkan keberhasilan tetraploidisasi pada ikan betok (*A. testudineus*).

## 1.2 Rumusan Masalah

Salah satu ikan lokal yang potensial untuk di budidayakan adalah ikan betok (*A. testudineus*). Selain harganya tinggi, ikan betok tahan terhadap perubahan lingkungan, juga memiliki rasa daging yang enak sehingga banyak dikonsumsi masyarakat. Untuk menghasilkan benih-benih ikan yang mempunyai keunggulan, antara lain pertumbuhan cepat, toleransi terhadap lingkungan dan resisten terhadap penyakit dapat dilakukan dengan manipulasi kromosom. Rekayasa genetik yang dilakukan untuk memenuhi tujuan tersebut salah satunya dengan tetraploidisasi. Tetraploidisasi dapat dilakukan dengan berbagai metode salah satunya adalah dengan perlakuan kejutan suhu panas. Hasil penelitian terdahulu terhadap lama kejutan suhu tinggi ikan betok sudah diketahui. Akan tetapi penelitian tentang pengaruh kejutan suhu tinggi dengan umur embrio



berbeda terhadap keberhasilan tetraploidisasi ikan betok belum diketahui. Oleh karena itu penelitian ini penting dilakukan untuk melengkapi informasi proses poliploidisasi pada ikan betok yang telah ada. Berdasarkan hal tersebut dapat ditarik rumusan masalah, yaitu:

- Bagaimana pengaruh kejutan suhu 41°C pada umur embrio berbeda terhadap keberhasilan tetraploidisasi ikan betok (*A. testudineus*)?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tentang pengaruh kejutan suhu 41°C pada umur embrio berbeda terhadap keberhasilan tetraploidisasi ikan betok (*A. testudineus*).

### 1.4 Hipotesis

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

$H_0$ : Diduga kejutan suhu 41°C pada umur embrio berbeda tidak berpengaruh terhadap keberhasilan tetraploidisasi ikan betok (*A. testudineus*).

$H_1$ : Diduga kejutan suhu 41°C pada umur embrio berbeda berpengaruh terhadap keberhasilan tetraploidisasi ikan betok (*A. testudineus*).

### 1.5 Kegunaan Penelitian

Kegunaan dari penelitian ini adalah sebagai informasi tentang pengaruh kejutan suhu 41°C pada umur embrio berbeda terhadap keberhasilan tetraploidisasi ikan betok (*A. testudineus*) yang bermanfaat untuk menghasilkan benih-benih ikan yang mempunyai keunggulan, antara lain pertumbuhan cepat, toleransi terhadap lingkungan dan resisten terhadap penyakit.

### 1.6 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di UPT Laboratorium Kesehatan Ikan dan Lingkungan Pasuruan, Jawa Timur, Laboratorium Budidaya Ikan Divisi Reproduksi

Ikan, dan Laboratorium Ilmu Teknologi Hasil Perikanan Divisi Keamanan Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang pada bulan Februari 2019 sampai dengan Mei 2019.



## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Biologi Ikan Betok (*Anabas testudineus*)

#### 2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi

Menurut Akbar (2012), klasifikasi ikan betok (*A. testudineus*) adalah sebagai berikut:

Filum	: Chordata
SubFilum	: Vertebrata
Kelas	: Pisces
SubKelas	: Teleostei
Ordo	: Labyrinthici
SubOrdo	: Anabantoidei
Familia	: Anabantidae
Genus	: Anabas
Species	: <i>Anabas testudineus</i>

Menurut Kordi (2009), bentuk tubuh ikan betok lonjong dengan kepala lebar dan memipih ke belakang. Tubuh betok ditutupi oleh sisik berwarna hijau kehitam-hitaman pada bagian punggung dan putih mengkilat atau putih kehijau-hijauan di bagian perut. Ikan betok umumnya berukuran kecil, yaitu hanya dapat mencapai panjang sekitar 23cm.

Menurut Akbar (2012), secara morfologi ikan betok mempunyai bentuk tubuh lonjong, menjadi pipih ke belakang. Kepalanya besar dengan mulut tidak menonjol. Seluruh badan dan kepalanya bersisik kasar dan besar-besar berwarna kehijau-hijauan. Pinggiran belakang sirip ekor berbentuk bulat. Sirip punggung memanjang mulai dari belakang kepala sampai depan pangkal sirip ekor, bagian depan disokong oleh 16-19 jari-jari keras, bagian belakang lebih pendek dari

bagian depan dengan 7-10 jari-jari lunak. Sirip dubur lebih pendek dari sirip punggung dan bagian depan disokong oleh 9-10 jari-jari keras yang tajam dan bagian belakang disokong oleh 8-11 jari-jari lunak. Sirip dada tidak mempunyai jari-jari keras, disokong oleh 14-16 jari-jari lunak yang letaknya lebih ke bawah pada badan di belakang tutup insang. Sirip perut letaknya di depan, di bawah sirip dada, disokong oleh jari-jari keras yang besar berujung runcing dan jari-jari lunak. Jari-jari keras dari sirip dapat digerakkan dan dapat digunakan untuk bergerak pada permukaan lumpur yang kering.



**Gambar 1.** Ikan Betok (Lesmana,2015)

### **2.1.2 Habitat**

Menurut Kordi (2010), ikan betok hidup di danau, sungai, rawa-rawa, dan genangan air lainnya. Ikan betok mempunyai toleransi tinggi terhadap perairan yang minim oksigen. Hal tersebut dikarenakan ikan betok mempunyai alat pernapasan tambahan berupa labirin sehingga mampu mengambil oksigen langsung dari udara di atas permukaan air. Betok juga tahan terhadap kekeringan. Kadang-kadang betok dapat hidup selama 1 minggu tanpa air atau tinggal dalam lumpur yang masih mengandung air selama 1-2 bulan.

Menurut Akbar (2012), ikan betok banyak ditemui di perairan umum seperti danau, sungai, rawa, dan genangan air tawar lainnya. Di samping itu ikan ini umumnya ditemukan di rawa, sawah dan parit, juga pada kolam yang mendapatkan air atau berhubungan dengan saluran air terbuka. Daerah penyebarannya meliputi Kalimantan, Sumatera, Jawa, Sulawesi, dan Papua. Di

alam ikan betok tumbuh normal pada kisaran kualitas air untuk suhu 24-34<sup>0</sup>C dan derajat keasaman atau pH berkisar 4-8. Ikan betok tahan terhadap kekeringan dan kadar oksigen yang rendah. Kadang-kadang tahan hidup satu minggu tanpa air, bahkan mampu hidup di lumpur yang mengandung sedikit air selama 1-2 bulan.

### 2.1.3 Reproduksi

Menurut Fitrani, *et al.* (2011), ikan betok (*A. testudineus*) bersifat ovipar, memijah sepanjang tahun dengan puncak pemijahannya pada musim penghujan (musim banjir) di tepi tumbuhan air. Puncak pemijahan terjadi pada bulan Oktober - Desember, dengan telur-telur mengapung bebas (*egg layer*). Pada musim kemarau, ikan ini membenamkan diri ke dalam lumpur dan muncul kembali saat musim penghujan.

Menurut Zworykin (2012), sistem perkawinan ikan betok bersifat poligami atau percampuran dimana jantan akan membuahi betina lebih dari satu. Dengan demikian pada saat musim pemijahan jumlah ikan jantan yang tertangkap biasanya lebih sedikit dari betina. Menurut Ernawati, *et al.* (2009), ikan betok memijah sepanjang musim penghujan. Berdasarkan sebaran diameter telur, pola pemijahan ikan betok adalah pola pemijahan secara serentak. Ikan betok memiliki potensi reproduksi yang tinggi dengan fekunditas berkisar antara 964-30.028 butir.

### 2.1.4 Kebiasaan Makan

Menurut Fitrani, *et al.* (2011), kebiasaan makan ikan adalah jenis, kualitas dan kuantitas makanan yang dimakan oleh ikan. Hal tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti musim, siklus hidup, dan ketersediaan makanan. Berdasarkan hasil pemeriksaan isi lambung dan usus ikan betok diperoleh delapan kelompok makanan ikan betok yaitu insekta, ikan kecil, krustasea, serasah, *Bacillariophyceae* (Phytoplankton), *Cyanophyceae* (Phytoplankton), dan organisme yang tidak teridentifikasi (sudah hancur karena proses pencernaan),

sehingga ikan tersebut dapat dikategorikan sebagai ikan omnivora yang cenderung karnivora karena lebih banyak jenis hewan daripada tumbuhan yang ditemukan.

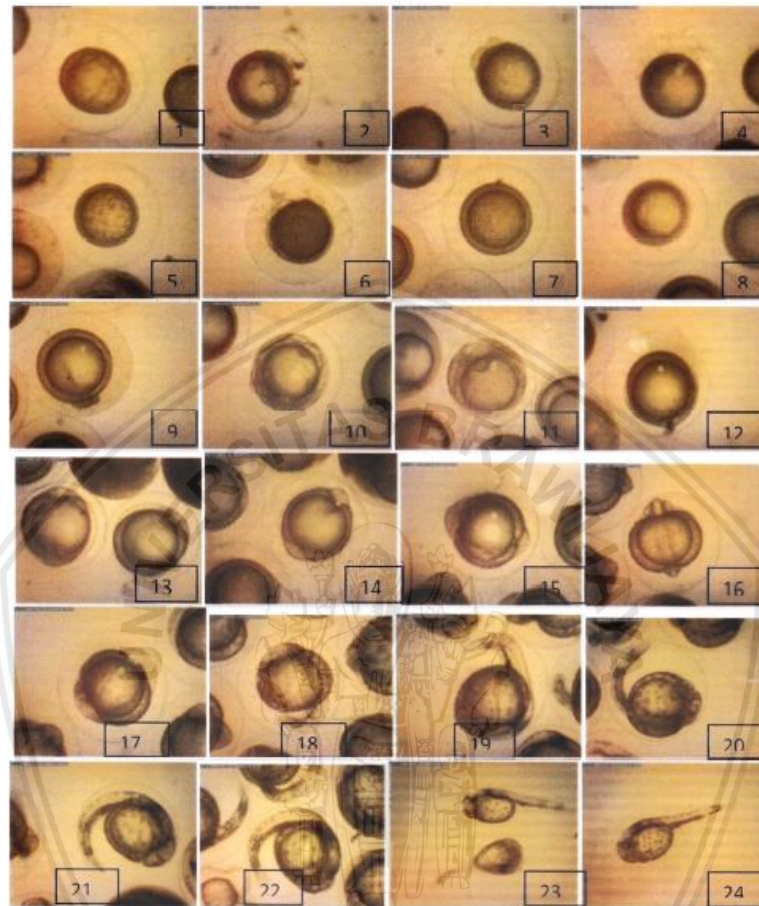
Menurut Ernawati, *et al.* (2009), ikan betok merupakan ikan demersal yang suka hidup bergerombol dibawah tumbuhan air untuk mencari makan dan memijah. Makanannya berupa larva serangga, jentik-jentik nyamuk, kutu air, ikan kecil, cacing, detritus, serta plankton. Berdasarkan kebiasaan makan tersebut, dapat dikatakan bahwa ikan betok merupakan hewan karnivora.

### **2.1.5 Embriogenesis**

Menurut Ardhardiansyah, *et al.* (2017), embriogenesis merupakan proses pembentukan serta perkembangan embrio mulai dari sel telur yang telah dibuahi hingga menetas menjadi larva. Telur yang terbuahi akan mengalami perkembangan dan membentuk rongga perivitelin, rongga ini memisahkan telur dari membran luar. Tahapan embriogenesis berawal dari fase pembelahan sel awal, kemudian tahap pembelahan selanjutnya yaitu morula, blastula, gastrula, organogenesis hingga embrio menetas menjadi larva awal.

Menurut Hassan, *et al.* (2018), perkembangan embrio ikan betok yaitu 30 menit setelah pembuahan akan terbentuk 2 buah blastomer yang sama. Pembelahan kedua akan menghasilkan 4 blastomer dan terjadi 45 menit setelah pembuahan. Pembelahan ketiga terjadi pada 1 jam setelah pembuahan dan membentuk 8 blastomer. Pembelahan keempat terjadi pada 1 jam 30 menit setelah pembuahan dan menghasilkan 16 blastomer. Pembelahan kelima menghasilkan 32 blastomer dan terjadi pada 2 jam setelah pembuahan. Fase morula terjadi setelah 3 jam 30 menit setelah pembuahan. Fase blastula dimulai pada 4 jam setelah pembuahan dan berakhir 5 jam 30 menit setelah pembuahan. Fase gastrula dimulai pada 6 jam setelah pembuahan dan berakhir 9 jam setelah

pembuahan. Organogenesis dimulai pada 10 jam setelah pembuahan hingga 17 jam setelah pembuahan. Telur akan menetas pada 18 jam setelah pembuahan menjadi larva.



**Gambar 2.** Embriogenesis Ikan Betok (*A. testudineus*) (Hassan, *et al.*, 2018)

## 2.2 Poliploidisasi

Menurut Kadi (2007), manipulasi poliploidi dilakukan untuk mendapatkan jenis yang mempunyai lebih dari 2 set kromosom ( $2n$ ), berdasarkan pertimbangan pemuliaan terhadap flora dan fauna untuk memperbaiki mutu yang lebih baik dari jenis atau organisme sebelumnya. Individu normal di alam pada umumnya memiliki 2 set kromosom yang biasa disebut diploid ( $2n$ ). Individu diploid yang menghasilkan mutan gamet haploid ( $n$ ), biasanya berumur pendek. Apabila telur dari organisme diploid dirangsang untuk menjalani embriogenesis tanpa fertilisasi

oleh sperma, lebih dahulu akan menghasilkan individu haploid yang menyimpang. Manipulasi poliploidi menghasilkan individu triploid, tetraploid dan ploid yang lebih tinggi. Poliploid ini dapat tumbuh lebih pesat dibandingkan individu diploid dan haploid. Individu triploid memiliki sifat steril dan individu tetraploid bersifat fertil.

Menurut Mukti, *et al.* (2001), poliploidisasi merupakan salah satu metode manipulasi kromosom untuk perbaikan dan peningkatan kualitas genetik ikan guna menghasilkan benih-benih ikan yang mempunyai keunggulan, antara lain pertumbuhan cepat, toleransi terhadap lingkungan dan resisten terhadap penyakit. Poliploidisasi pada ikan dapat dilakukan melalui perlakuan secara fisik seperti melakukan kejutan (*shocking*) suhu baik panas maupun dingin, tekanan (*hydrostatic pressure*) dan atau secara kimiawi untuk mencegah peloncatan polar body II atau pembelahan sel pertama pada telur terfertilisasi. Pendekatan praktis untuk induksi poliploidi melalui kejutan panas merupakan perlakuan aplikatif sesaat setelah fertilisasi (untuk induksi triploidi) atau sesaat setelah pembelahan pertama (untuk induksi tetraploidi) pada suhu *lethal*. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa perlakuan untuk menghasilkan poliploidisasi pada ikan juga mempengaruhi laju penetasan, abnormalitas, kelangsungan hidup dan laju pertumbuhan ikan. Tiga hal yang perlu diperhatikan dalam perlakuan kejutan suhu pada telur, yaitu waktu awal kejutan, suhu kejutan dan lama kejutan. Nilai parameter tersebut berbeda untuk setiap spesies.

### 2.3 Tetraploidisasi

Menurut Mukti (2007), tetraploidisasi adalah manipulasi kromosom pada ikan yang memiliki jumlah kromosom  $2n$  (diploid) menjadi ikan dengan jumlah kromosom  $4n$  (tetraploid). Pendekatan praktis untuk induksi tetraploidi melalui kejutan panas merupakan perlakuan aplikatif sesaat setelah pembelahan pertama pada suhu *lethal*. Individu tetraploid merupakan individu yang fertil dan mempunyai



laju pertumbuhan yang lebih baik bila dibandingkan dengan spesies diploid. Individu tetraploid mempunyai kemampuan dalam pembelahan sel yang jauh lebih tinggi bila dibandingkan dengan ikan normal diploid, sehingga ikan tetraploid akan mempunyai jumlah sel yang lebih banyak jika dibandingkan dengan ikan normal.

Menurut Kadi (2007), tetraploidisasi merupakan perlakuan kejutan suhu panas untuk mencegah pembelahan I (*first cleavage*) atau sebelum pembelahan mitosis I. Kejutan sebaiknya dilakukan setelah kromosom bereplikasi dan nukleus zigot hampir terbagi menjadi dua. Periode sensitif tertinggi untuk menghasilkan ikan tetraploid terjadi pada saat menutupnya konjugasi pronukleus betina dan jantan serta lisisnya membran nuklear yang mencapai metafase mitosis I. Tetraploid dipergunakan dalam memproduksi ikan triploid melalui persilangan dengan diploid normal dan androgenik pada ovum yang diradiasi dengan sinar Y.

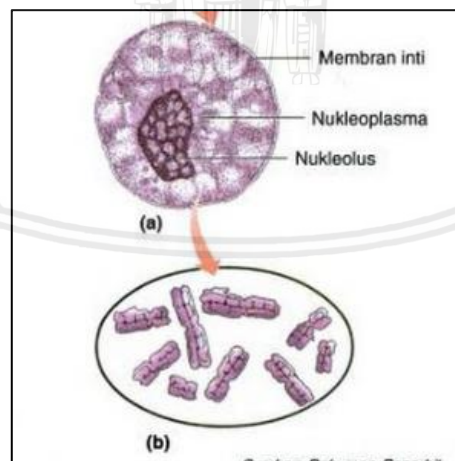
#### **2.4 Kejutan Suhu**

Menurut Mukti, *et al.* (2001), poliploidisasi pada ikan dapat dilakukan melalui perlakuan secara fisik seperti melakukan kejutan (*shocking*) suhu baik panas maupun dingin, tekanan (*hydrostatic pressure*) dan atau secara kimiawi untuk mencegah peloncatan polar body II atau pembelahan sel pertama pada telur terfertilisasi. Kejutan suhu selain murah dan mudah juga efisien dapat dilakukan dalam jumlah banyak. Kejutan panas merupakan teknik perlakuan fisik yang paling umum digunakan untuk menghasilkan poliploidi pada ikan.

Menurut Nurasni (2012), pendekatan praktis untuk induksi poliploidi melalui dua perlakuan, yaitu perlakuan fisik dan kimia, tetapi ada juga perlakuan lain yaitu menggunakan kejutan listrik (elektro) dan kejutan tekanan. Paling umum digunakan untuk menghasilkan ikan poliploidi yaitu kejutan suhu panas karena murah, mudah, efisien dan dapat dilakukan dalam jumlah banyak.

## 2.5 Nukleolus dan Kromosom

Menurut Jusuf (2001), di dalam inti sel terdapat dua komponen, yaitu nukleolus dan kromosom. Nukleolus merupakan butiran yang nampak pada sel yang aktif (tidak sedang membelah), sedangkan kromosom sebaliknya akan nampak di bawah mikroskop cahaya pada saat pembelahan sel atau tidak nampak pada sel aktif. Nukleolus merupakan kondensasi rRNA yang merupakan bahan baku atau komponen penyusun kromosom. Nukleolus dianggap sebagai cadangan rRNA untuk pembentukan ribosom baru saat pembelahan sel. Pada awal pembelahan sel, rRNA dari nukleolus tersebut akan tersebar ke seluruh sel dan digunakan untuk menyusun ribosom baru. Kromosom merupakan bagian penting dalam sel, yaitu sebagai bahan genetik yang menentukan metabolisme dan reproduksi. Kromosom inti tersusun atas dua komponen, yaitu DNA dan protein yang disebut histon. Dari kedua unsur tersebut DNA-lah yang merupakan bahan genetik, sedangkan protein histon berfungsi untuk melindungi DNA dari kerusakan terutama dalam proses pembelahan sel.



**Gambar 3.** Inti Sel; (a) Struktur Inti Sel (b) Kromosom (Aryulina, *et al.* 2004)

### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Alat dan Bahan Penelitian

##### 3.1.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Alat Penelitian

No.	Alat	Fungsi
1.	Akuarium ukuran 60 x 30 x 35 cm	Untuk tempat pemeliharaan induk ikan betok
2.	Akuarium ukuran 100 x 50 x 60 cm	Untuk tempat penetasan telur dan pemeliharaan larva
3.	Seser	Untuk mengambil induk ikan betok
4.	Aerator	Untuk memberi aerasi telur dan larva ikan
5.	Selang aerator	Untuk menyalurkan oksigen ke akuarium penetasan dan pemeliharaan
6.	Batu aerator	Untuk memecah oksigen dalam air
7.	Mikroskop binokuler	Untuk mengamati telur ikan betok
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 dan membantu mengambil sperma
12.	Kamera	Untuk dokumentasi penelitian
13.	Mangkok plastik	Untuk wadah sementara telur
14.	Pipet tetes	Untuk mengambil telur yang akan diamati
15.	<i>Heater</i> akuarium	Untuk mengatur suhu pemeliharaan
16.	<i>Thermometer</i> Hg	Untuk mengukur suhu pada akuarium
17.	Saringan teh	Untuk wadah penetasan telur dan pemeliharaan larva
18.	Alat tulis	Untuk mencatat hasil pengamatan

19.	<i>Handtally counter</i>	Untuk membantu menghitung telur dan larva
20.	Kabel <i>roll</i>	Untuk menyalurkan listrik
21.	Toples	Untuk membawa induk ikan
22.	Selang sifon	Untuk membersihkan wadah pemeliharaan
23.	Genset	Untuk sumber listrik cadangan
24.	Sendok	Untuk menebar telur ke saringan
25.	<i>Box sterofoam</i>	Untuk wadah air panas saat kejutan suhu
26.	<i>Beaker glass</i> 50 ml	Untuk wadah saat perhitungan larva
27.	Botol kaca 5 ml	Untuk wadah perendaman jaringan sirip ekor
28.	<i>Hotplate</i>	Untuk memanaskan object glass saat proses <i>squashing</i>
29.	Mikropipet	Untuk membantu mengambil suspensi sel
30.	<i>Object glass</i>	Untuk tempat preparat
31.	<i>Box staining</i>	Untuk membantu proses pewarnaan preparat
32.	<i>Sectio set</i>	Untuk memotong jaringan sirip ekor dan <i>chopping</i> jaringan sirip ekor
33.	Kompor	Untuk merebus air panas untuk kejutan suhu

### 3.1.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Bahan Penelitian

No.	Bahan	Fungsi
1.	Induk jantan ikan betok	Sebagai induk penghasil sperma
2.	Induk betina ikan betok	Sebagai induk penghasil telur
3.	Pakan induk PF500	Sebagai pakan untuk induk ikan betok
4.	Air tawar	Sebagai media hidup induk, telur dan larva
5.	Ovaprim	Sebagai hormon perangsang induk untuk memijah

6. Na Fis	Sebagai pengencer ovaprim
7. Kertas label	Sebagai penanda perlakuan
8. Tisu	Sebagai pengering dan pembersih alat yang telah digunakan
9. <i>Sterofoam</i>	Sebagai pelampung saringan
10. Karet gelang	Sebagai pengikat <i>sterofoam</i> dengan saringan
11. Telur ikan betok	Sebagai sampel yang akan diamati
12. Larva ikan betok	Sebagai sampel yang akan diamati
13. Kain	Sebagai alas saringan
14. AgNO <sub>3</sub>	Sebagai bahan pembuat larutan A dan pewarna
15. Akuades	Sebagai pengencer larutan
16. Asam asetat glasial	Sebagai bahan pembuat larutan Carnoy
17. Ethanol 96%	Sebagai pembersih <i>object glass</i> dan pengencer
18. Gliserin	Sebagai bahan pembuat larutan B
19. KCl 0,56%	Sebagai larutan hipotonik
20. Gelatin	Sebagai bahan pembuat larutan B
21. Pelet Bubuk CP Farm Pro	Sebagai pakan larva
22. Bulu Ayam	Sebagai pembantu untuk menghomogenkan telur dengan sperma

### 3.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode eksperimen. Menurut Setyanto (2006), penelitian eksperimen bertujuan untuk meneliti kemungkinan sebab akibat dengan mengenakan satu atau lebih kondisi perlakuan pada satu atau lebih kelompok eksperimen dan membandingkan hasilnya dengan satu atau lebih kelompok kontrol yang tidak diberi perlakuan.

### 3.3 Rancangan Percobaan Penelitian

Rancangan penelitian merupakan gambaran umum penelitian yang akan dilaksanakan oleh peneliti untuk mencapai tujuan tertentu yang disajikan dalam satu kesatuan naskah yang ringkas dan utuh. Rancangan penelitian menunjukkan adanya format penulisan yang disusun secara sistematis dan operasional meliputi langkah-langkah dan tahapan yang harus dijalani oleh peneliti. Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Menurut Sastrosupadi (2000), Rancangan Acak Lengkap (RAL) digunakan untuk percobaan yang mempunyai media atau tempat percobaan yang seragam atau homogen, sehingga RAL banyak digunakan untuk percobaan laboratorium, rumah kaca dan perternakan. Karena media homogen maka media atau tempat percobaan tidak memberikan pengaruh pada respon yang diamati.

Perlakuan yang diterapkan dalam penelitian pengaruh kejutan suhu 41°C pada umur embrio berbeda terhadap keberhasilan tetraploidisasi ikan betok (*A. testudineus*) terdiri dari 5 perlakuan dengan 4 kali ulangan, yaitu:

- Perlakuan A : Perlakuan kejutan suhu 41°C terhadap telur ikan betok pada menit ke 29 setelah fertilisasi selama 3 menit
- Perlakuan B : Perlakuan kejutan suhu 41°C terhadap telur ikan betok pada menit ke 30 setelah fertilisasi selama 3 menit
- Perlakuan C : Perlakuan kejutan suhu 41°C terhadap telur ikan betok pada menit ke 31 setelah fertilisasi selama 3 menit
- Perlakuan D : Perlakuan kejutan suhu 41°C terhadap telur ikan

betok pada menit ke 32 setelah fertilisasi selama 3 menit

- Perlakuan K (Kontrol) : Perlakuan tanpa kejutan suhu 41°C

Layout Penelitian yang akan digunakan disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Layout Penelitian

Perlakuan	Ulangan			
	1	2	3	4
A	A1	A2	A3	A4
B	B1	B2	B3	B4
C	C1	C2	C3	C4
D	D1	D2	D3	D4
K	K1	K2	K3	K4

Denah Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan hasil pengacakan disajikan dalam Gambar 4.

D4	A1	C2	K1	D2
B1	K3	A3	C4	K4
D1	C1	K2	A4	B2
B3	C3	A2	B4	D3

**Gambar 4.** Denah Penelitian

### **3.4 Prosedur Penelitian**

#### **3.4.1 Seleksi Induk**

Induk ikan betok yang digunakan sebanyak 3 ekor dengan perbandingan jantan dan betina 2:1. Induk ikan betok yang digunakan dalam keadaan sehat dan tidak cacat. Langkah pertama dalam seleksi induk dilakukan dengan cara striping. Ikan betok betina yang sudah siap memijah jika distripping akan mengeluarkan telur berwarna bening, sedangkan jantan jika distripping akan mengeluarkan sperma. Kemudian induk dimasukkan ke dalam akuarium pemeliharaan sementara.

#### **3.4.2 Pengadaan Sperma**

Langkah pertama yang dilakukan dalam pengadaan sperma adalah mengeringkan tubuh induk jantan dengan menggunakan tisu. Striping dilakukan dengan mengurut bagian perut ikan secara perlahan menuju lubang urogenital. Sperma yang keluar disedot menggunakan spuit tanpa jarum yang sudah diberi NaFis sebanyak 0,2 ml.

#### **3.4.3 Striping Telur**

Langkah pertama yang dilakukan dalam striping adalah mengeringkan tubuh induk betina dengan menggunakan tisu. Striping dilakukan dengan mengurut bagian perut ikan secara perlahan ke lubang urogenital. Telur yang keluar dari lubang genital ditampung dalam mangkuk plastik.

#### **3.4.4 Pembuahan Telur**

Sebelum telur dibuahi disiapkan terlebih dahulu wadah inkubasi dan media kejutan suhu tinggi. Akuarium yang telah diisi air diberi aerasi dan *heater*. Pembuahan dilakukan dengan mencampurkan sperma pada telur, lalu diberi NaFis dan diaduk dengan menggunakan bulu ayam selanjutnya diberi air dan



diaduk menggunakan bulu ayam lalu didiamkan selama 3 menit sebelum ditebar ke saringan-saringan.

#### **3.4.5 Perlakuan Kejut Suhu**

Telur ikan betok disebar dalam saringan berbeda sesuai perlakuan. Perlakuan umur embrio yang digunakan adalah 29, 30, 31 dan 32 menit setelah fertilisasi. Telur ikan dalam saringan dimasukkan ke dalam sterofoam dengan suhu air 41°C dan perlakuan lama kejut suhu 3 menit untuk masing-masing umur embrio.

#### **3.4.6 Penetasan telur**

Telur akan menetas dalam 20-24 jam setelah proses pembuahan. Telur ditetaskan pada akuarium inkubasi dengan suhu penetasan 28-30 °C dengan air yang diberi aerasi terus menerus.

#### **3.4.7 Pemeliharaan larva**

Setelah kuning telur habis dalam waktu 2-3 hari, larva ikan betok diberi pakan dengan pakan pellet merk CP Farmpro yang dilarutkan dengan air hingga terbentuk seperti pasta dengan metode pemberian pakan secara ad libitum. Pada akuarium pemeliharaan larva diberi aerasi secara terus menerus.

#### **3.4.8 Kualitas Air**

Parameter kualitas air yang diukur berupa suhu, pH dan DO. Pengukuran dilakukan setiap hari pada pagi pukul 04.00 WIB dan sore pada pukul 14.00 WIB. Dilakukan pengukuran kualitas air pada pukul 04.00 karena pada pukul tersebut sinar matahari belum muncul sehingga tidak mempengaruhi hasil pengukuran kualitas air dan pada pukul 14.00 karena waktu tersebut merupakan waktu perubahan yang letal pada kualitas air bagi kehidupan ikan. Penyifonan media pemeliharaan dilakukan setiap 3-4 hari sekali.

### 3.5 Parameter Uji

#### 3.5.1. Parameter Utama

##### a. Jumlah Ikan Betok Tetraploid

Parameter utama yang diamati adalah perhitungan jumlah ikan betok tetraploid melalui perhitungan jumlah nukleolus ikan hasil perlakuan poliploidisasi yang menggunakan pewarnaan perak nitrat sesuai dengan metode Mukti (2001), dengan modifikasi yaitu langkah pertama jaringan sirip ekor dipotong sekitar 0,25 cm dan secara cepat dimasukkan ke dalam 5-10 mL larutan hipotonik (KCl 0,56%) sebanyak dua kali, masing-masing selama 50 menit pada suhu 29-30°C. Kemudian, jaringan difiksasi dalam 5-10 mL larutan Carnoy segar dan dingin (7-10°C) yang dibuat dari campuran etanol dan asam asetat absolut (3:1) sebanyak dua kali, masing-masing selama 30 menit. Setelah fiksasi, sel epitel dari jaringan dilakukan disosiasi melalui penambahan 3-4 tetes asam asetat 50% dan dilakukan *chopping*. *Chopping* dilakukan secara hati-hati menggunakan pisau skalpel pada kaca objek cekung selama 30-60 detik hingga terbentuk larutan suspensi sel yang tampak keruh. Suspensi sel dipipeting secara hati-hati menggunakan cip mikropipet 100 µL, kemudian *squashing* dilakukan pada kaca objek yang bersih dan hangat yang terletak pada *hot plate* (50-55°C). Kaca objek yang bersih dapat dihasilkan melalui perendaman dalam etanol 96% selama dua jam sebelum digunakan. *Squashing* sebaiknya dilakukan secara hati-hati melalui beberapa tahapan, yaitu setelah suspensi sel dipipeting, semua suspensi sel dalam kaca objek cekung dihisap menggunakan cip mikropipet dan ditetaskan pada kaca objek hangat dari ketinggian 4-5 cm, kemudian suspensi sel tersebut dihisap kembali secara cepat hingga terbentuk ring dengan diameter 1-1,5 cm. Tiga ring dapat dibuat pada kaca objek yang sama menggunakan prosedur yang sama. Masing-

masing sampel sebaiknya dibuat tiga preparat. Setelah kering udara selama 2-3 menit, preparat dapat diwarnai.

Pewarnaan preparat nukleolus dilakukan dengan pemercakan perak nitrat di atas preparat sel. Langkah pertama dalam pewarnaan menggunakan perak nitrat yaitu ditetaskan 2 tetes larutan A (10 gram  $\text{AgNO}_3$  + 20 ml aquades) dan 1 tetes larutan B (2 gram gelatin + 50 ml aquades hangat + 50 ml gliserin). Kedua larutan dicampur dan disebarakan secara merata dan hati-hati di atas preparat menggunakan tusuk gigi tanpa menggores lapisan film sel yang menempel pada preparat. Kemudian, preparat dimasukkan dalam box staining yang suhunya diatur  $45-50^\circ\text{C}$  dan dibiarkan selama 20-30 menit atau sampai warna berubah kuning kecoklatan. Preparat yang telah diwarnai pewarna perak nitrat dibilas secara hati-hati menggunakan air destilat dan dikeringanginkan. Preparat yang telah kering sempurna dapat langsung diamati jumlah nukleolusnya di bawah mikroskop dengan perbesaran 1000x menggunakan mikroskop BX41 Olympus yang dilengkapi dengan kamera DP 20 Olympus.

### 3.5.2. Parameter Penunjang

#### a. Embriogenesis

Pengamatan perkembangan embrio dilakukan dengan menggunakan mikroskop binokuler dengan perbesaran 100x. Fase 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, organogenesis dan larva. Perkembangan embrio hingga telur menetas didokumentasikan menggunakan kamera.

#### b. *Hatching Rate* (HR)

*Hatching Rate* (HR) atau daya tetas merupakan presentase perbandingan jumlah telur yang menetas dengan jumlah seluruh telur yang ditebar. Perhitungan

*hatching rate* dilakukan 24 jam setelah fertilisasi. Perhitungan HR dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Nurasni, *et al.* 2012):

$$HR = \frac{\text{Jumlah Telur yang Menetas}}{\text{Total Telur Perlakuan}} \times 100 \%$$

c. Abnormalitas

Menurut Nurasni, *et al.* (2012), abnormalitas larva ikan dapat diamati dari bentuk kepala, tubuh dan atau ekor yang bengkok, tubuh menyusut atau lebih pendek dari ukuran normal serta tingkah laku ikan. Abnormalitas pada benih ikan betok dilihat setelah benih berumur 1 minggu. Abnormalitas ditentukan dengan mengamati morfologi pada benih ikan betok yang meliputi bentuk kepala, badan dan ekor. Benih yang abnormal dihitung dan dicatat. Presentase abnormalitas dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Abnormalitas} = \frac{\text{jumlah benih abnormal}}{\text{jumlah benih seluruhnya}} \times 100\%$$

d. *Specific Growth Rate* (SGR)

*Specific Growth Rate* (SGR) atau laju pertumbuhan harian spesifik larva merupakan perubahan berat, ukuran atau volume larva ikan selama masa pemeliharaan. Perhitungan SGR dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Mukti, 2001):

$$SGR = \frac{\ln W_t - \ln W_0}{\text{hari}} \times 100\%$$

Keterangan:

W<sub>t</sub>= berat tubuh ikan pada waktu tertentu (gram)

W<sub>0</sub>= berat tubuh ikan pada waktu t=0 (gram)

e. *Survival Rate* (SR)

*Survival Rate* (SR) merupakan presentase perbandingan jumlah larva pada akhir pemeliharaan dengan jumlah larva pada awal pemeliharaan. Perhitungan SR dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Mukti, 2001):

$$SR = \frac{N_t}{N_0} \times 100\%$$

Keterangan:

$N_t$  = jumlah larva akhir pemeliharaan (ekor)

$N_0$  = jumlah larva awal pemeliharaan (ekor)

f. Kualitas Air

Parameter penunjang berupa kualitas air media meliputi suhu, pH dan DO. Pengukuran suhu dilakukan dengan menggunakan thermometer, pengukuran pH dengan menggunakan pH meter, dan pengukuran DO dengan menggunakan DO meter. Pengukuran dilakukan setiap hari pada pagi pukul 04.00 WIB dan sore pada pukul 14.00 WIB. Dilakukan pengukuran kualitas air pada pukul 04.00 karena pada pukul tersebut sinar matahari belum muncul sehingga tidak mempengaruhi hasil pengukuran kualitas air dan pada pukul 14.00 karena waktu tersebut merupakan waktu perubahan yang letal pada kualitas air bagi kehidupan ikan.

### 3.6 Analisis Data

Data hasil penelitian yang diperoleh dianalisa secara statistik dengan menggunakan analisis uji keragaman atau uji F (ANOVA) dengan metode yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) pada tingkat kepercayaan 95% ( $\alpha = 0,05$ ) dan 99% ( $\alpha = 0,01$ ). Hal ini digunakan untuk mengetahui pengaruh perlakuan (variabel bebas) terhadap respon parameter ukur (uji F atau sidik ragam). Jika data sidik ragam memperlihatkan pengaruh berbeda nyata maka untuk membandingkan nilai antar perlakuan dilakukan uji beda nyata terkecil (BNT).

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Parameter Utama

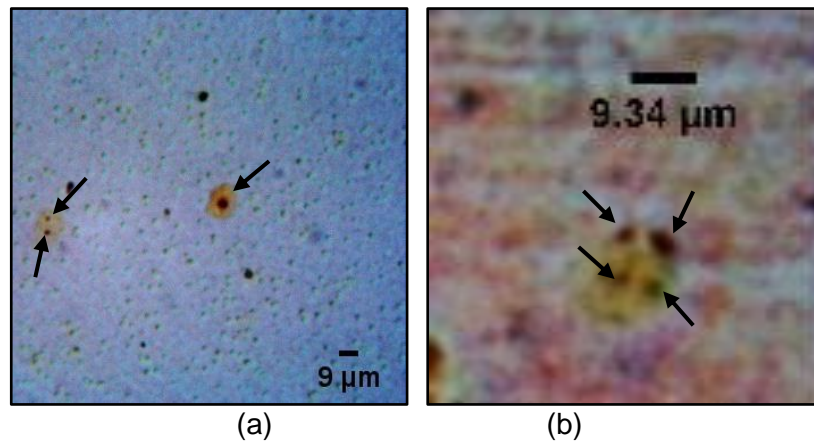
#### 4.1.1 Jumlah Ikan Betok Tetraploid

Tingkat keberhasilan tetraploidisasi dapat diketahui dengan menggunakan beberapa metode antara lain pengukuran diameter sel darah merah, perhitungan jumlah nukleolus dan perhitungan jumlah kromosom. Pada penelitian pengaruh kejutan suhu 41°C pada umur embrio berbeda yang dilakukan penulis, dilakukan perhitungan jumlah nukleolus yang dilakukan dengan metode menurut Mukti, *et al.* (2001) untuk mengetahui keberhasilan tetraploidisasi ikan betok (*A. testudineus*). Berdasarkan penelitian yang dilakukan, jumlah ikan betok (*A. testudineus*) tetraploid dapat dilihat pada Tabel 4. Hasil yang didapat kemudian diolah menggunakan rancangan acak lengkap non faktorial untuk mengetahui apakah perlakuan kejutan suhu 41°C pada umur embrio berbeda memberikan perbedaan antar perlakuan.

**Tabel 4.** Data Jumlah Ikan Betok Tetraploid

Perlakuan	Ulangan				Rata-rata (%) ± STDEV
	1	2	3	4	
A	25	43	50	40	39,46±10,52
B	50	25	67	33	43,75±18,48
C	50	67	50	67	58,33±9,62
D	75	67	63	67	67,71±5,24
K	0	0	0	0	0±0

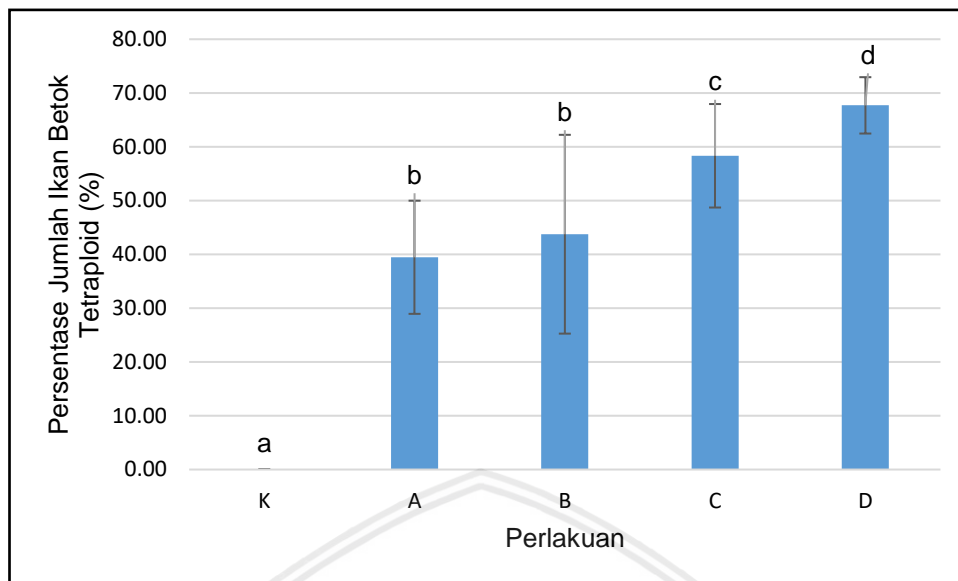
Hasil yang didapatkan yaitu ditemukan 41 ekor larva ikan yang positif memiliki kromosom lebih dari 2n atau disebut 4n. Hasil pengamatan nukleolus pada ikan betok dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Jumlah Nukleolus Ikan Betok; (a) diploid, (b) tetraploid

Berdasarkan gambar 5 yang diamati dengan mikroskop perbesaran 1000x, dapat diketahui bahwa jumlah nukleolus ikan betok diploid berjumlah 1 dan maksimal 2. Hal ini sesuai dengan pernyataan Raksha, *et al.* (2014), bahwa nukleus ikan betok terletak dekat pinggiran dan berisi satu atau dua nukleolus. Hasil yang diperoleh pada perhitungan jumlah nukleolus pada ikan betok yang diberi perlakuan kejutan suhu 41°C yaitu setiap sel memiliki 1, 2, 3 dan atau 4 nukleolus. Berdasarkan identifikasi jumlah nukleolus didapatkan jumlah nukleolus ikan betok tetraploid berjumlah maksimal 4. Menurut Khuda-Bukhsh dan Tiwary (1991), jumlah kromosom ikan betok diploid dengan pewarnaan perak nitrat didapatkan jumlah 46 kromosom. Daryanto, *et al.* (2018), menyatakan bahwa semakin banyak jumlah nukleolus pada setiap selnya maka jumlah kromosom juga mengalami peningkatan. Berdasarkan uraian tersebut ikan betok tetraploid diduga memiliki jumlah kromosom yang lebih tinggi jumlahnya dibandingkan ikan betok diploid.

Berdasarkan Tabel 4, didapatkan hasil jumlah ikan betok (*A. testudineus*) tetraploid tertinggi pada perlakuan D (32 menit) dengan rata-rata jumlah ikan tetraploid sebesar 67,71% dan terendah pada perlakuan A (29 menit) dengan rata-rata jumlah ikan tetraploid 39,46%. Grafik hasil jumlah ikan betok (*A. testudineus*) tetraploid dapat dilihat pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Grafik Jumlah Ikan Betok Tetraploid

Selanjutnya dilakukan perhitungan sidik ragam untuk mengetahui pengaruh pemberian kejutan suhu 41°C pada umur embrio berbeda terhadap jumlah ikan betok (*A. testudineus*) tetraploid yang dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Sidik Ragam Jumlah Ikan Betok Tetraploid

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F5%	F1%
Perlakuan	4	10.804	2.701	23,60**	3,06	4,89
Acak	15	1.717	114			
Total	19	12.521				

Keterangan: (\*\*) Berbeda sangat nyata

Berdasarkan Tabel 5, pemberian kejutan suhu 41°C pada umur embrio berbeda memiliki pengaruh berbeda sangat nyata terhadap jumlah ikan betok (*A. testudineus*) tetraploid. Hal tersebut ditunjukkan oleh hasil F hitung yang lebih tinggi dibandingkan F 5% dan F 1%. Selanjutnya dilakukan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Hasil uji BNT dapat dilihat pada Tabel 6.



**Tabel 6.** Uji BNT Jumlah Ikan Betok Tetraploid

Perlakuan	Rata - Rata	K	A	B	C	D	Notasi
		0	39,46	43,75	58,33	67,71	
<b>K</b>	0	-					a
<b>A</b>	39,46	39,46**	-				b
<b>B</b>	43,75	43,75**	4,29 <sup>ns</sup>	-			b
<b>C</b>	58,33	58,33**	18,87**	14,58**	-		c
<b>D</b>	67,71	67,71**	28,24**	23,96**	9,38*	-	d

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

Data hasil perhitungan uji BNT jumlah ikan betok (*A. testudineus*) tetraploid disajikan pada Lampiran 2. Berdasarkan Tabel 6 diperoleh rata-rata terendah pada perlakuan K yang berbeda sangat nyata dengan perlakuan A, B, C dan D. Perlakuan A yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan B tetapi sangat berbeda nyata dengan perlakuan C dan D. Perlakuan B yang berbeda sangat nyata dengan perlakuan C dan D. Perlakuan C yang berbeda nyata dengan perlakuan D.

Hasil tertinggi jumlah ikan betok tetraploid pada penelitian didapatkan pada perlakuan D (32 menit) dengan rata-rata sebesar 67,71% dan terendah pada perlakuan A (29 menit) dengan rata-rata jumlah ikan tetraploid 39,46%. Hasil yang didapat pada penelitian menunjukkan bahwa pemberian kejutan suhu 41°C dengan lama kejutan 3 menit pada umur embrio berbeda menghasilkan individu ikan betok tetraploid, yang menunjukkan bahwa perlakuan telah efektif untuk menghasilkan poliploidisasi pada ikan betok. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Mukti, *et al.* (2001), keberhasilan poliploidisasi sangat dipengaruhi oleh suhu kejutan, waktu kejutan dan lama kejutan, dan tergantung juga pada umur dan kualitas (kematangan) telur.

## 4.2 Parameter Penunjang

### 4.2.1 Embriogenesis

Tetraploidisasi dapat dilakukan dengan perlakuan kejutan suhu panas untuk mencegah pembelahan pertama setelah ferilisasi. Embriogenesis pada penelitian ini diamati sebagai acuan untuk melakukan kejutan suhu untuk proses tetraploidisasi dan membandingkan waktu pembelahan telur pada studi literatur dengan kondisi di lapang. Perbandingan antara sumber dari literatur dan pengamatan langsung pada embriogenesis yang dilakukan penulis dapat dilihat pada Lampiran 3. Data akumulasi waktu perkembangan embrio setiap perlakuan disajikan pada Tabel 7.

**Tabel 7.** Akumulasi Waktu Perkembangan Embrio Ikan Betok

No	Stadia	Akumulasi Waktu				
		K	A	B	C	D
1	Zigot	Menit ke- 0	Menit ke- 0	Menit ke- 0	Menit ke- 0	Menit ke- 0
2	2 sel	Menit ke- 30	Menit ke- 40	Menit ke- 44	Menit ke- 52	Menit ke- 50
3	4 sel	Menit ke- 50	Menit ke- 60	Menit ke- 60	Menit ke- 72	Menit ke- 66
4	8 sel	Menit ke- 65	Menit ke- 80	Menit ke- 71	Menit ke- 89	Menit ke- 78
5	16 sel	Menit ke- 100	Menit ke- 98	Menit ke- 87	Menit ke- 95	Menit ke- 82
6	32 sel	Menit ke- 125	Menit ke- 130	Menit ke- 107	Menit ke- 142	Menit ke- 96
7	Morula	Menit ke- 215	Menit ke- 220	Menit ke- 140	Menit ke- 190	Menit ke- 155
8	Blastula	Menit ke- 250	Menit ke- 250	Menit ke- 241	Menit ke- 250	Menit ke- 260
9	Gastrula	Menit ke- 405	Menit ke- 340	Menit ke- 420	Menit ke- 375	Menit ke- 480
10	Organogenesis	Menit ke- 610	Menit ke- 660	Menit ke- 690	Menit ke- 640	Menit ke- 630

11	Larva	Menit ke- 1.095	Menit ke- 1320	Menit ke- 1440	Menit ke- 1380	Menit ke- 1340
----	-------	--------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------

Pengamatan embriogenesis dilakukan sebagai dasar untuk menentukan waktu kejutan suhu dan membandingkan hasil antara sumber literatur dengan pengamatan yang dilakukan secara langsung. Hasil akumulasi waktu perkembangan embrio menunjukkan bahwa pada perlakuan yang diberi kejutan suhu 41°C selama 3 menit memiliki waktu perkembangan embrio dan waktu penetasan yang lebih lambat dari perlakuan kontrol (tanpa kejutan suhu 41°C). Hal tersebut sesuai dengan pendapat Hassan, *et al.* (2018), bahwa kejutan suhu 41°C untuk proses triploidisasi menahan *polar body* II keluar, waktu perkembangan embrio juga tertunda ketika telur menetas. Pada penelitian ini adalah untuk mencegah pembelahan sel pertama. Menurut Mukti, *et al.* (2009), kejutan suhu dapat mengganggu aktivitas enzim penetasan pada telur dan mengakibatkan pengerasan pada *chorion*, sehingga embrio akan sulit untuk keluar dan menyebabkan telur yang diberi perlakuan lebih lama menetasnya dibandingkan dengan telur yang tidak diberi perlakuan.

Perkembangan embrio pada ikan betok pada penelitian terdiri dari beberapa fase. Menurut Redha, *et al.* (2014), Hasil pengamatan embriogenesis ikan, setelah pencampuran sel sperma dan telur kemudian telur mengalami perkembangan serta terjadi fase pembelahan sel (*cleavage*), morula, blastula, gastrula dan organogenesis. Fase *cleavage* dicirikan dengan pembentukan blastodisk pada kutub anima. Kemudian blastodisk ini akan membelah dengan membentuk 2 sel, 4 sel, 8 sel, 16 sel dan 32 sel. Fase morula dimulai ketika telah mencapai 32 sel. Sel membelah secara melintang dan mulai terbentuk formasi lapisan kedua secara samar pada kutub anima. Fase morula berakhir apabila pembelahan sel sudah menghasilkan blastomer yang ukuran sama tetapi lebih kecil. Sel tersebut memadat untuk menjadi blastodisk kecil membentuk dua lapis

sel. Pada akhir fase blastula, sel-sel blastoderma akan terdiri dari neural, epidermal, notochordal, mesodermal serta endodermal yang merupakan bakal pembentuk organ-organ. Setelah fase blastula kemudian dilanjutkan fase gastrula, dimana pada awal fase ini blastoderma menutupi hampir seluruh kuning telur. Fase organogenesis merupakan tahap pembentukan organ pada embrio. Dalam fase organogenesis terbentuk berturut-turut bakal organ yaitu syaraf, notochord, mata, somit, rongga kuffer, kantong alfaktor, rongga ginjal, usus, tulang subnotochord, linea lateralis, jantung, aorta, insang, infundibulum, dan lipatan-lipatan sirip. Pembentukan semua organ tubuh hampir sempurna ketika telur akan menetas.

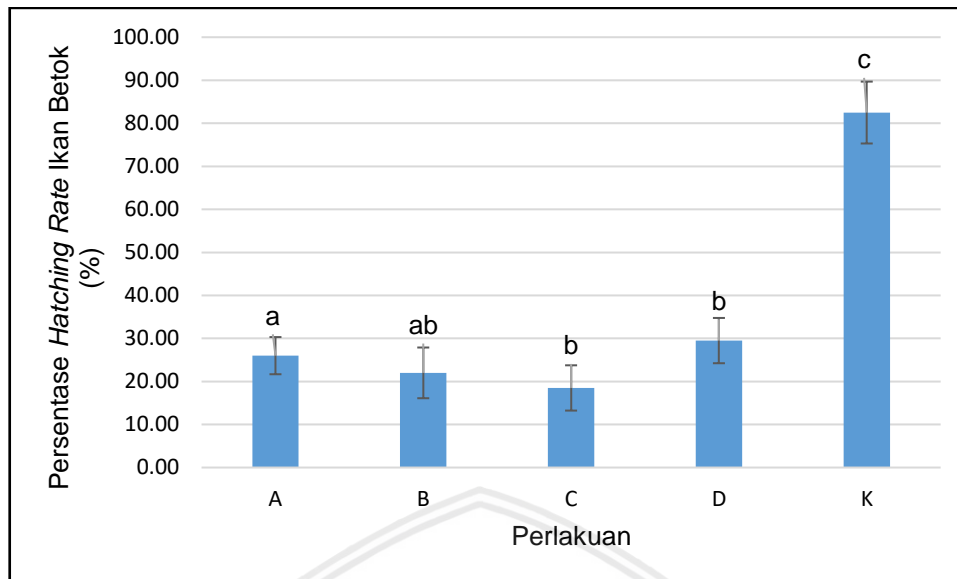
#### 4.2.2 Hatching Rate

*Hatching Rate* atau daya tetas telur merupakan persentase perbandingan jumlah telur yang menetas dengan jumlah seluruh telur yang ditebar. *Hatching Rate* merupakan parameter penunjang yang dihitung untuk mengetahui seberapa banyak perbedaan antar perlakuan. Hasil rata-rata persentase *hatching rate* ikan betok (*A. testudineus*) dapat dilihat pada Tabel 8.

**Tabel 8.** Data *Hatching Rate* Ikan Betok

Perlakuan	Ulangan				Rata-rata (%) ± STDEV
	1	2	3	4	
A	25	43	50	22	26±4,32
B	50	25	67	16	22±5,89
C	50	67	50	26	18,5±5,26
D	75	67	63	34	29,5±5,26
K	90	96	88	84	82,5±7,19

Berdasarkan Tabel 8, didapatkan hasil *hatching rate* tertinggi pada perlakuan D (32 menit) dengan rata-rata *hatching rate* sebesar 29,5% dan terendah pada perlakuan C (31 menit) dengan rata-rata *hatching rate* sebesar 18,5%. Grafik hasil *hatching rate* ikan betok (*A. testudineus*) dapat dilihat pada Gambar 7.



**Gambar 7.** Grafik *Hatching Rate* Ikan Betok

Selanjutnya dilakukan perhitungan sidik ragam untuk mengetahui pengaruh pemberian kejutan suhu 41°C pada umur embrio berbeda terhadap *hatching rate* ikan betok (*A. testudineus*) yang dapat dilihat pada Tabel 9.

**Tabel 9.** Sidik Ragam *Hatching Rate* Ikan Betok

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F5%	F1%
Perlakuan	4	11.225	2.806	87,51**	3,06	4,89
Acak	15	481	32,07			
Total	19	11.706				

Keterangan: (\*\*) Berbeda sangat nyata

Berdasarkan Tabel 9, pemberian kejutan suhu 41°C pada umur embrio berbeda memiliki pengaruh berbeda sangat nyata terhadap *hatching rate* ikan betok (*A. testudineus*). Hal tersebut ditunjukkan oleh hasil F hitung yang lebih tinggi dibandingkan F 5% dan F 1%. Selanjutnya dilakukan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Hasil uji BNT dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Uji BNT *Hatching Rate* Ikan Betok

Perlakuan	Rata – Rata (%)	C	B	A	D	K	Notasi
		18,50	22	26	29,5	82,5	
<b>C</b>	18,5	-					a
<b>B</b>	22	3,5 <sup>ns</sup>	-				ab
<b>A</b>	26	7,5 <sup>**</sup>	4 <sup>ns</sup>	-			b
<b>D</b>	29,5	11 <sup>**</sup>	7,5 <sup>**</sup>	3,5 <sup>ns</sup>	-		b
<b>K</b>	82,5	64 <sup>**</sup>	60,5 <sup>**</sup>	56,5 <sup>**</sup>	53 <sup>**</sup>	-	c

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

Data hasil perhitungan uji BNT *hatching rate* ikan betok (*A. testudineus*) disajikan pada Lampiran 4. Berdasarkan Tabel 10 diperoleh rata-rata terendah pada perlakuan C yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan B tetapi berbeda sangat nyata dengan perlakuan A, D dan K. Perlakuan B yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan A tetapi berbeda sangat nyata dengan perlakuan D dan K. Perlakuan A yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan D tetapi berbeda sangat nyata dengan perlakuan K. Perlakuan D yang berbeda sangat nyata dengan perlakuan K.

Hasil rata-rata *hatching rate* tertinggi terdapat pada perlakuan D (32 menit) dengan rata-rata *hatching rate* sebesar 29,5% dan terendah pada perlakuan C (31 menit) dengan rata-rata *hatching rate* sebesar 18,5%. Menurut Hartono, *et al.* (2016), bahwa perlakuan kejutan suhu dan lama kejutan memiliki efek langsung terhadap *hatching rate*. Hal ini bisa disebabkan oleh perbedaan kelangsungan hidup telur karena guncangan yang terjadi selama tetraploidisasi. Guncangan, kejutan, dan perubahan suhu yang cepat selama periode awal yang sensitif sangat

berbahaya dan bahkan mengakibatkan kematian embrio. Kondisi inilah yang mempengaruhi rendahnya penetasan dalam setiap perlakuan kejutan suhu.

#### 4.2.3 Abnormalitas

Abnormalitas larva ikan dapat diamati dari bentuk kepala, tubuh dan atau ekor yang bengkok, tubuh menyusut atau lebih pendek dari ukuran normal serta tingkah laku ikan. Abnormalitas pada benih ikan betok dilihat setelah benih berumur 1 minggu. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, tidak ditemukan larva ikan yang abnormal. Hal tersebut dikarenakan dilihat dari bentuk tubuh yang normal dan tidak ada tulang yang bengkok.

Pada penelitian yang dilakukan oleh penulis menunjukkan hasil kejutan suhu 41°C tidak menghasilkan pengaruh yang nyata terhadap abnormalitas pada larva ikan betok. Hal ini diduga suhu kejutan dan umur embrio yang berbeda tidak memberikan pengaruh yang besar terhadap keabnormalitasan ikan yang diberi perlakuan. Hal tersebut diduga pada penelitian, larva ikan betok yang diamati mempunyai mutu yang bagus ataupun induk ikan betok yang digunakan mempunyai keragaman genetik yang tinggi. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Iswanto dan Suprpto (2015), bahwa populasi ikan dengan keragaman genetik yang tinggi memiliki stabilitas karakteristik morfologis yang tinggi pula, sehingga tingkat abnormalitas morfologisnya rendah. Hasil-hasil penelitian menunjukkan adanya hubungan antara abnormalitas morfologis dengan keragaman genetik dan karakter-karakter yang terkait dengan daya tahan (*fitness*), seperti sintasan dan kerentanan terhadap serangan penyakit. Mukti, *et al.* (2009) juga menyatakan bahwa abnormalitas terjadi diduga saat pemberian kejutan suhu panas ada sebagian telur yang belum bisa mengembalikan jumlah kromosom yang berkurang pada saat proses perkembangan telur yang diinginkan, yaitu menghasilkan zigot diploid (2n) dan telah mengalami modifikasi kromosom,

sehingga sebagian telur yang menetas pada tiap perlakuan ada yang menghasilkan larva abnormal.

#### 4.2.4 *Specific Growth Rate*

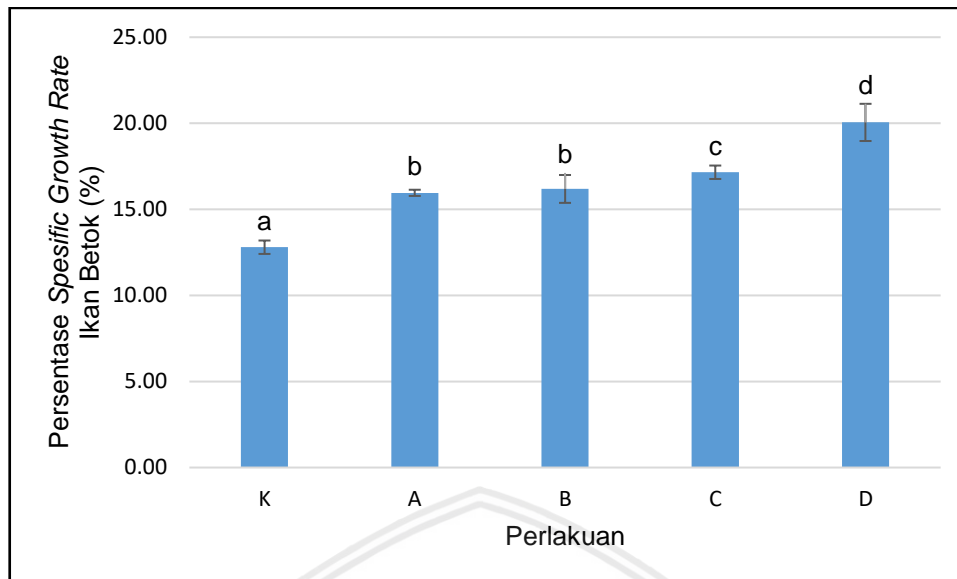
*Specific growth rate* (SGR) atau laju pertumbuhan harian spesifik merupakan perubahan berat, ukuran atau volume larva ikan selama masa pemeliharaan. *Specific growth rate* dapat dihitung dengan mengurangi rata-rata berat tubuh ikan pada waktu tertentu dengan berat tubuh ikan pada awal pemeliharaan dibagi jumlah waktu pemeliharaan dalam bentuk persen. Hasil rata-rata persentase *specific growth rate* ikan betok (*A. testudineus*) dapat dilihat pada Tabel 11.

**Tabel 11.** *Specific Growth Rate* Ikan Betok

Perlakuan	Ulangan				Rata-rata (%) ± STDEV
	1	2	3	4	
A	16,18	15,93	15,75	15,97	15,96±0,18
B	16,84	16,84	15,91	15,16	16,19±0,81
C	16,80	17,32	16,88	17,62	17,16±0,39
D	21,06	20,90	18,99	19,25	20,05±1,08
K	12,54	12,94	12,43	13,28	12,80±0,39

Berdasarkan Tabel 11, didapatkan hasil *specific growth rate* tertinggi pada perlakuan D (32 menit) dengan rata-rata *specific growth rate* sebesar 20,05% dan terendah pada perlakuan A (29 menit) dengan rata-rata *specific growth rate* sebesar 15,96%. Grafik hasil *specific growth rate* ikan betok (*A. testudineus*) dapat dilihat pada Gambar 8.





**Gambar 8.** Grafik *Specific Growth Rate* Ikan Betok

Selanjutnya dilakukan perhitungan sidik ragam untuk mengetahui pengaruh pemberian kejutan suhu 41°C pada umur embrio berbeda terhadap *specific growth rate* ikan betok (*A. testudineus*) yang dapat dilihat pada Tabel 12.

**Tabel 12.** Sidik Ragam *Specific Growth Rate* Ikan Betok

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F5%	F1%
Perlakuan	4	108,41	27,10	62,62**	3,06	4,89
Acak	15	6,49	0,43			
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>115</b>				

Keterangan: (\*\*) Berbeda sangat nyata

Berdasarkan Tabel 12, pemberian kejutan suhu 41°C pada umur embrio berbeda memiliki pengaruh berbeda sangat nyata terhadap *specific growth rate* ikan betok (*A. testudineus*). Hal tersebut ditunjukkan oleh hasil F hitung yang lebih tinggi dibandingkan F 5% dan F 1%, maka dilanjutkan ke Uji Beda Nyata Terkecil (BNT). Hasil uji BNT dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Uji BNT *Specific Growth Rate* Ikan Betok

Perlakuan	Rata - Rata	K	A	B	C	D	Notasi
		12,80	15,96	16,19	17,16	20,05	
K	12,80	-					a
A	15,96	3,16**	-				b
B	16,19	3,39**	0,23 <sup>ns</sup>	-			b
C	17,16	4,36**	1,20**	0,97**	-		c
D	20,05	7,25**	4,09**	3,86**	2,90**	-	d

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

Data hasil perhitungan uji BNT *specific growth rate* ikan betok (*A. testudineus*) disajikan pada Lampiran 5. Berdasarkan Tabel 13 diperoleh rata-rata terendah pada perlakuan K yang berbeda sangat nyata dengan perlakuan A, B, C dan D. Perlakuan A yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan B tetapi berbeda sangat nyata dengan perlakuan C dan D. Perlakuan B yang berbeda sangat nyata dengan perlakuan C dan D. Perlakuan C yang berbeda sangat nyata dengan perlakuan D.

Berdasarkan data diatas didapatkan nilai *specific growth rate* tertinggi pada perlakuan D (32 menit) dengan rata-rata *specific growth rate* sebesar 20,05% dan terendah pada perlakuan A (29 menit) dengan rata-rata *specific growth rate* sebesar 15,96%. Hasil *specific growth rate* pada ikan tetraploid lebih tinggi daripada kontrol dikarenakan ukuran sel yang lebih besar. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Mukti (2007), bahwa ikan tetraploid memiliki tingkat pertumbuhan yang lebih tinggi daripada ikan diploid, karena kemungkinan besar

ikan tetraploid memiliki peningkatan ukuran dan isi nukleus serta sel jauh lebih besar bila dibandingkan dengan ikan diploid. Ikan dengan ukuran nukleus dan sel yang lebih besar memiliki pertumbuhan yang lebih tinggi. Semakin banyak jumlah sel menyebabkan volume sel dalam tubuh meningkat, sehingga ukuran tubuh atau pertumbuhan ikan tetraploid semakin tinggi. Individu-individu poliploid sering kali dapat hidup dan kemungkinan lebih besar ukurannya daripada individu yang haploid atau diploid.

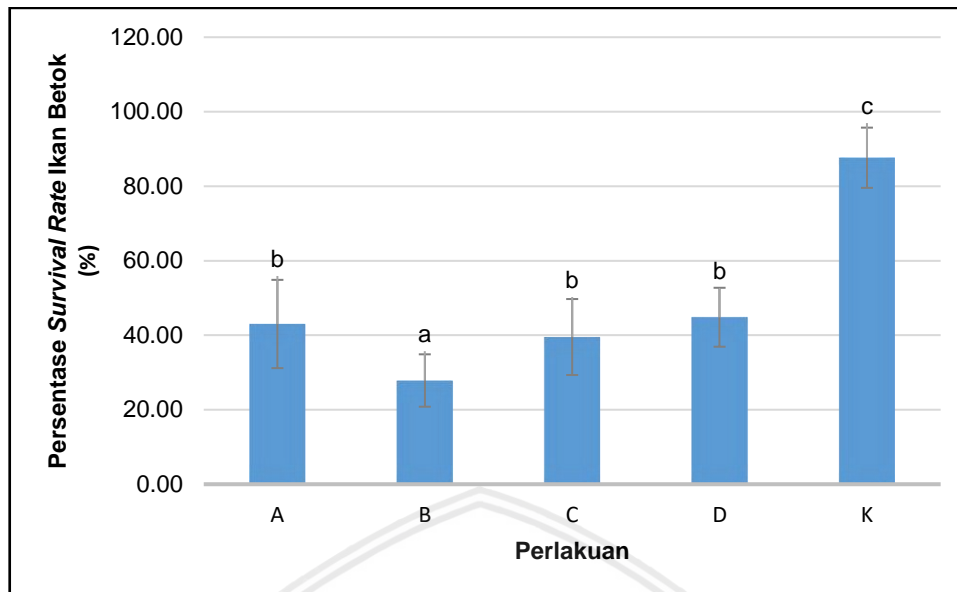
#### 4.2.5 Survival Rate

*Survival rate* (SR) atau tingkat kelulushidupan merupakan persentase perbandingan jumlah larva pada akhir pemeliharaan dengan jumlah larva pada awal pemeliharaan. Hasil rata-rata persentase *survival rate* telur ikan betok (*A. testudineus*) dapat dilihat pada Tabel 14.

**Tabel 14.** Data *Survival Rate* Ikan Betok

Perlakuan	Ulangan				Rata-rata (%) ± STDEV
	1	2	3	4	
A	31	58	38	45	43,01±11,85
B	22	29	23	38	27,84±7,03
C	29	33	50	46	39,51±10,20
D	36	40	50	53	44,83±7,91
K	97	91	84	79	87,65±8,08

Berdasarkan Tabel 14, didapatkan hasil *survival rate* tertinggi pada perlakuan D (32 menit) dengan rata-rata *survival rate* sebesar 44,83% dan terendah pada perlakuan B (30 menit) dengan rata-rata *survival rate* sebesar 27,84%. Grafik hasil *survival rate* ikan betok (*A. testudineus*) dapat dilihat pada Gambar 9.



**Gambar 9.** Grafik *Survival Rate* Ikan Betok

Selanjutnya dilakukan perhitungan sidik ragam untuk mengetahui pengaruh pemberian kejutan suhu 41°C pada umur embrio berbeda terhadap *survival rate* ikan betok (*A. testudineus*) yang dapat dilihat pada Tabel 15.

**Tabel 15.** Sidik Ragam *Survival Rate* Ikan Betok

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F5%	F1%
Perlakuan	4	8.333	2.083	24,71**	3,06	4,89
Acak	15	1.265	84,31			
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>9.598</b>				

Keterangan: (\*\*) Berbeda sangat nyata

Berdasarkan Tabel 15, pemberian kejutan suhu 41°C pada umur embrio berbeda memiliki pengaruh berbeda sangat nyata terhadap *survival rate* ikan betok (*A. testudineus*). Hal tersebut ditunjukkan oleh hasil F hitung yang lebih tinggi dibandingkan F 5% dan F 1%. Selanjutnya dilakukan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Hasil uji BNT dapat dilihat pada Tabel 16.

**Tabel 16.** Uji BNT *Survival Rate* Ikan Betok

Perlakuan	Rata - Rata	B	C	A	D	K	Notasi
B	27,84	-					a
C	39,51	11,67**	-				b
A	43,01	15,17**	3,50 <sup>ns</sup>	-			b
D	44,83	16,98**	5,31 <sup>ns</sup>	1,81 <sup>ns</sup>	-		b
K	87,65	59,80**	48,13**	44,63**	42,82**	-	c

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

Data hasil perhitungan uji BNT *survival rate* ikan betok (*A.testudineus*) disajikan pada Lampiran 6. Berdasarkan Tabel 6 diperoleh rata-rata terendah pada perlakuan B yang berbeda sangat nyata dengan perlakuan C, A, D dan K. Perlakuan C yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan A dan D tetapi berbeda sangat nyata dengan perlakuan K. Perlakuan A yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan D tetapi berbeda sangat nyata dengan perlakuan K. Perlakuan D yang berbeda sangat nyata dengan perlakuan K.

Hasil rendah yang didapatkan pada setiap perlakuan A, B, C dan D diduga karena perlakuan kejutan suhu yang menjadikan individu tetraploid. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Mukti, *et al.* (2001), ikan-ikan poliploid seperti triploid dan tetraploid memiliki ukuran sel yang besar dan jumlah sel yang jauh lebih banyak bila dibandingkan dengan ikan diploid dikarenakan pembelahan sel yang terjadi di dalam tubuh ikan poliploid sangat tinggi dan hal ini diduga menyebabkan proses metabolisme di dalam tubuh ikan juga akan berjalan lebih cepat sehingga dibutuhkan jumlah atau kadar oksigen terlarut yang cukup besar. Akan tetapi kemampuan pengikatan oksigen terlarut ikan-ikan triploid dan tetraploid sangat rendah dibandingkan dengan ikan diploid. Apabila kemampuan pengikatan

oksigen ikan terlalu rendah maka jumlah atau kadar oksigen yang diserap jauh tidak seimbang, sehingga darah tidak dapat membawa cukup oksigen yang diperlukan oleh tubuh. Menurut Rahma, *et al.* (2015), sel darah merah mengandung hemoglobin yang memungkinkan sel darah merah membawa oksigen ke seluruh jaringan tubuh. Rendahnya kemampuan pengikatan oksigen menyebabkan ikan tidak mampu mengambil oksigen dalam jumlah banyak walaupun ketersediaan oksigen di perairan mencukupi. Akibatnya ikan akan mengalami *anoxia* (kekurangan oksigen) dan menyebabkan kematian pada larva.

#### 4.2.6 Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diukur dalam penelitian ini adalah suhu, pH dan DO. Pengukuran kualitas air dilakukan setiap hari pada pukul 04.00 WIB dan pukul 14.00 WIB. Dilakukan pengukuran kualitas air pada pukul 04.00 karena pada pukul tersebut sinar matahari belum muncul sehingga tidak mempengaruhi hasil pengukuran kualitas air dan pada pukul 14.00 karena waktu tersebut merupakan waktu perubahan yang letal pada kualitas air bagi kehidupan ikan. Selama masa pemeliharaan larva dilakukan pengelolaan kualitas air secara terus menerus. Untuk menjaga kualitas air, akuarium selalu diusahakan dalam keadaan bersih dengan cara menyipon dasar akuarium bila terlihat dasar akuarium kotor akibat sisa pakan, kotoran, dan larva yang mati. Pergantian air di akuarium dilakukan setiap 3 hari sekali sebanyak 25%.

##### a. Suhu

Pengukuran suhu dilakukan 2 kali sehari pada pukul 04.00 WIB dan pukul 14.00 WIB. Hasil pengukuran suhu selama penelitian berkisar antara 28-30°C. Data lengkap hasil pengukuran suhu selama penelitian dapat dilihat pada Lampiran 7 dan data kisaran hasil pengukuran suhu dapat dilihat pada Tabel 17. Hasil pengukuran kualitas air selama penelitian pada dasarnya masih dalam batas

toleransi untuk hidup larva ikan betok. Dari hasil pengukuran air selama penelitian, suhu air berkisar antara 28-30°C, suhu ini sangat baik untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva ikan betok. Sedangkan suhu optimal untuk pertumbuhan ikan betok berkisar antara 25-33 °C (Kordi, 2007). Berdasarkan hasil pengukuran suhu selama penelitian masih dikatakan baik untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva ikan betok.

**b. pH (*power of Hydrogen*)**

Pengukuran pH dilakukan 2 kali sehari pada pukul 04.00 WIB dan pukul 14.00 WIB. Data lengkap hasil pengukuran pH selama penelitian dapat dilihat pada Lampiran 7 dan data kisaran hasil pengukuran pH dapat dilihat pada Tabel 17. Derajat keasaman (pH) mempunyai peranan yang penting baik dalam kehidupan organisme air maupun dalam pengaturan ketersediaan unsur hara dalam perairan. Menurut Muslimin (2014), toleransi pH perairan dipengaruhi oleh banyak faktor, diantaranya adalah suhu, oksigen terlarut dan penyesuaian diri terhadap lingkungan. Hasil pengukuran pH air selama penelitian berkisar antara 7,1-8,7. Kordi (2007) menyatakan bahwa pH air yang baik untuk budidaya ikan betok berkisar antara 6,5-9,0. Berdasarkan hal tersebut maka pH yang didapat selama penelitian masih layak bagi pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva ikan betok.

**c. DO (*Dissolved Oxygen*)**

Pengukuran DO dilakukan 2 kali sehari pada pukul 04.00 WIB dan pukul 14.00 WIB. Data lengkap hasil pengukuran DO selama penelitian dapat dilihat pada Lampiran 7 dan data kisaran hasil pengukuran DO dapat dilihat pada Tabel 17. Kandungan DO selama penelitian berkisar antara 3,7-7,5 ppm. Menurut Kordi (2007), kadar oksigen yang cocok untuk pertumbuhan ikan betok adalah 3-4 ppm, sehingga kadar DO selama penelitian masih dapat ditolerir untuk pertumbuhan ikan betok. Menurut Muslimin (2014), walaupun ikan betok memiliki labirin sebagai

organ pernafasan tambahan, namun organ labirin baru mulai berfungsi saat stadia juvenil pada ikan betok, yaitu saat larva berusia lebih dari 16 hari.

**Tabel 17.** Data Kisaran Kualitas Air

Parameter	Hasil	Literatur (Kordi, 2007)
Suhu (°C)	28 - 30	25 - 33
pH	7,1 - 8,7	6,5 - 9,0
DO (ppm)	3,7 - 7,5	3 - 4





## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat berdasarkan penelitian yang telah dilakukan yaitu pemberian kejutan suhu 41°C pada umur embrio berbeda pada setiap perlakuan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap keberhasilan tetraploidisasi ikan betok (*A. testudineus*). Setiap perlakuan A (29 menit), B (30 menit), C (31 menit) dan D (32 menit) memiliki pengaruh yang signifikan terhadap keberhasilan tetraploidisasi ikan betok (*A. testudineus*). Perlakuan kejutan suhu 41°C pada umur embrio 32 menit merupakan perlakuan dengan nilai rata-rata jumlah ikan tetraploid tertinggi dengan hasil rata-rata sebesar 67,71%.

### 5.2 Saran

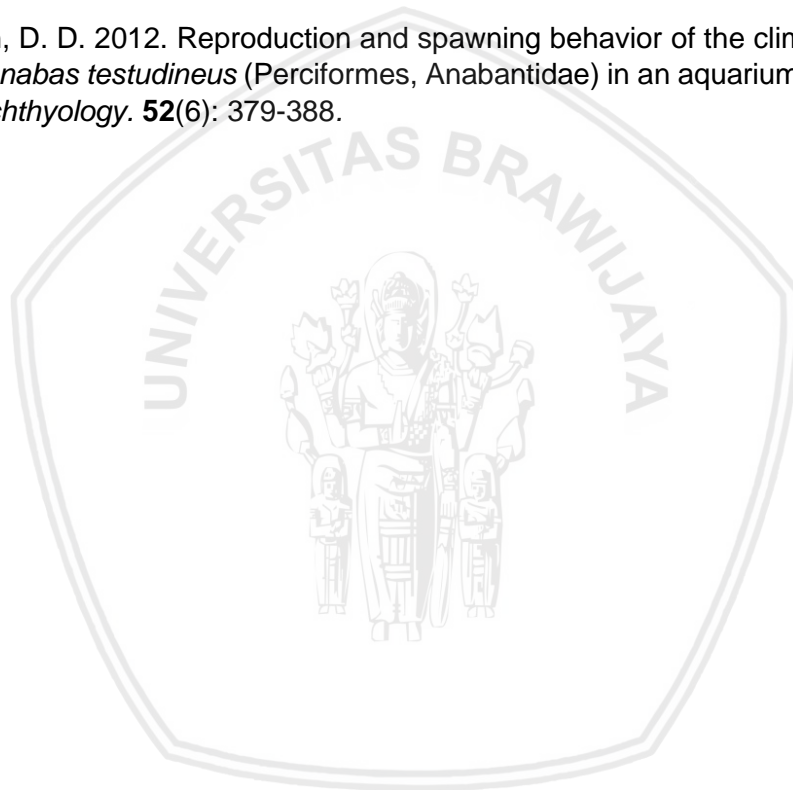
Saran yang bisa diberikan penulis berdasarkan penelitian yang telah dilakukan adalah diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mencari umur embrio yang terbaik untuk menghasilkan ikan betok tetraploid dan dengan lama kejutan yang berbeda untuk menghasilkan ikan betok tetraploid yang lebih tinggi. Selain itu disarankan untuk menghitung jumlah ikan tetraploid dengan perhitungan jumlah kromosom menggunakan metode pewarnaan dengan larutan giemsa untuk mendapatkan jumlah ikan tetraploid yang akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, J. 2012. Ikan Betok Budidaya dan Peluang Bisnis. Yogyakarta. Eja Publisher. 94 hlm.
- 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.
- Aryulina, D., C. Muslim, S. Manaf dan E. W. Winarni. 2004. BIOLOGI 2. Jakarta. Esis. 350 hlm.
- Daryanto, M. S., O. Carman, D. T. Soelistyowati dan Rahman. 2019. Penentuan tingkat ploidi pada poliploid patin siam *Pangasiasodon hypphthalmus* Sauvage, 1878 hasil manipulasi genetic berdasarkan jumlah nukleolus per sel. *Jurnal Ikhtiologi Indonesia*. **19**(1): 43-52.
- Ernawati, Y., M. M. Kamal dan N. A. Y. Pellokila. 2009. Biologi reproduksi ikan betok (*Anabas testudineus* Bloch, 1792) di rawa banjiran Sungai Mahakam, Kalimantan Timur. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. **9**(2): 113-127.
- Fitrani, M., Muslim dan D. Jubaedah. 2011. Ekologi ikan betok (*Anabas testudineus*) di perairan rawa banjiran indralaya. *Jurnal Agria*. **7**(1): 33-39.
- Hartono, D. P., Witoko, P., dan Purbosari, N. 2016. The effect of heat shock on the tetraploidy of catfish, *Pangasius hypophthalmus*. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, **9**(3): 597-603.
- Hassan, A., V. T. Okomoda and F. A. B. Sanusi. 2018. Fertilization, hatching, and embryogenesis of diploid and triploid eggs of *Anabas testudineus* (Bloch, 1792). *Zygote*. **26**(5): 343-349.
- Iswanto, B dan R. Suprpto. 2015. Abnormalitas morfologi benih ikan lele afrika (*Clarias gariepinus*) strain mutiara. *Media Akuakultur*. **10**(2): 51-57.
- Jusuf, M. 2001. Genetika I. Struktur dan Ekspresi Gen. Jakarta. Sagung Seto. 214 hlm.
- Kadi, A. 2007. Manipulasi poliploidi untuk memperoleh jenis baru yang unggul. *Oseana*. **32**(4): 1-11.
- Khuda-Bukhsh, A. R and S. Tiwary. 1991. Localization of nucleolus organizer regions (NORs) in the metaphase chromosomes of the Indian Climbing Perch, *Anabas testudineus* (Pisces). *Proc. Zool. Soc., Calcutta*. **44**(2): 101-105.
- Kordi, M. G. H. 2007. Pengelolaan Kualitas Air Dalam Budidaya Perairan. Jakarta. Rineka Cipta. 210 hlm.

- \_\_\_\_\_,. 2009. Budidaya Perairan Buku Kedua. Bandung. PT Citra Aditya Bakti. 519 hlm.
- \_\_\_\_\_,. 2010. Panduan lengkap memelihara ikan air tawar di kolam terpal. Yogyakarta. Lily Publisher 280 hlm.
- Lesmana, D. S. 2015. Ensiklopedia Ikan Hias Air Tawar. Jakarta. Penebar Swadaya Grup. 316hlm.
- Mukti, A. T. 2007. Perbandingan pertumbuhan dan perkembangan gonad ikan mas (*Cyprinus carpio* Linn.) diploid dan tetraploid. *Journal of Biological Researches*. **13**(1): 27-32.
- \_\_\_\_\_, Rustidja, S. B. Sumitro dan M.S. Djati. 2001. Poliploidisasi Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.). *Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati Biosain*. **1**(1): 111-123.
- \_\_\_\_\_, H. Arsianingtyas dan S. Subekti. 2009. Pengaruh Kejutan Suhu Panas Dan Lama Waktu Setelah Pembuahan Terhadap Daya Tetas Dan Abnormalitas Larva Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. **1**(2): 163-168.
- Muslimin, B. 2014) Analisis Manajemen Pemeliharaan Larva Ikan Betok (*Anabas testudineus*) Skala Hatchery. *Fiseries*. **3**(1): 31-35.
- Nugroho, E., M. F. Sukadi dan G.H. Huwoyon. 2012. Beberapa jenis ikan lokal yang potensial untuk budidaya: domestikasi, teknologi pembenihan, dan pengelolaan kesehatan lingkungan budidaya. *Media Akuakultur*. **7**(1): 52-57.
- Nurasni, A. 2012. Pengaruh Suhu dan Lama Kejutan Panas Terhadap Triploidisasi Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus*). *Indonesian Journal of Applied Sciences*. **2**(1). 19-26.
- Prianto, E., M. M. Kamal., I. Muchsin dan E. S. Kartamihardja. 2015. Biologi reproduksi ikan betok (*Anabas testudineus*) di paparan Banjiran Lubuk Lampam, Kabupaten Ogan Komering Ilir. *BAWAL*. **6**(3): 137-146.
- Putri, D. A., Muslim dan M. Fitriani. 2013. Persentase penetasan telur ikan betok (*Anabas testudineus*) dengan suhu inkubasi yang berbeda. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*. **1**(2): 184-191.
- Rahma, F. W., G. Mahasri dan L. Surtmartiwi. 2015. Pengaruh Pemberian Ekstrak *Sargassum* sp. dengan Pelarut Metanol pada Pakan terhadap Jumlah Eritrosit dan Differensial Leukosit Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. **7**(2): 213-218.
- Raksha, M., S. Pooja and M. K. Bhatnagar. 2014. Histopathological study of effect of heavy metal pollutant ( $\text{CuSO}_4$ ) on neurohypophysial complex of male *Anabas testudineus*. *Journal of Environmental Research and Development*. **9**(1): 58-66.

- 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.
- Rustidja, R. 2004. Analisa Jumlah Kromosom Ikan Mas Koki (*Carrasius auratus*) Tetraploid yang Dihasilkan dengan Metode Kejutatan. *Jurnal Perikanan*. **6** (1): 1-8.
- Sastrosupadi, A. 2000. Rancangan Percobaan Praktis Bidang Pertanian. Yogyakarta. Kanisius. 277 hlm.
- Setyanto. 2006. Memperkenalkan Kembali Metode Eksperimen dalam Kajian Komunikasi. *Jurnal Ilmu Komunikasi*. **3**(1): 37-48.
- Zworykin, D. D. 2012. Reproduction and spawning behavior of the climbing perch *Anabas testudineus* (Perciformes, Anabantidae) in an aquarium. *Journal of ichthyology*. **52**(6): 379-388.



## GLOSARIUM

### A

Abnormalitas : Kelainan atau penyimpangan bentuk organ-organ tubuh

Androgenik : Hormon steroid yang merangsang atau mengontrol perkembangan dan pemeliharaan karakteristik jantan

### B

Biodiversitas : Keanekaragaman bentuk kehidupan dalam ekosistem atau bioma tertentu

### C

Chopping : Memotong sebuah obyek menjadi potongan-potongan kecil dengan ukuran dan bentuk tidak beraturan

### D

Diploid : Hasil peleburan sel-sel gamet haploid menjadi satu sel yang mempunyai  $2n$  kromosom

Domestikasi : Pengadopsian tumbuhan dan hewan dari kehidupan liar ke dalam lingkungan kehidupan sehari-hari manusia

### E

Embrio : Bakal larva hasil pembuahan sel telur dan sel sperma

Embriogenesis : Proses pembentukan dan perkembangan embrio

### F

Fertil : Mampu menghasilkan keturunan

Fertilisasi : Peleburan dua gamet yang dapat berupa nukleus atau sel-sel bernukleus untuk membentuk sel tunggal (zigot)

### G

Gamet : Sel reproduksi dari suatu organisme

### H

Haploid : Sebuah kondisi dimana sel tersebut hanya memiliki satu pasang kromosom ( $n$ ) atau hanya setengah kromosom sel normal yaitu dua pasang kromosom (diploid)

*Hatching rate* : Daya tetas atau jumlah telur yang menetas

## K

Karnivora : Hewan pemakan daging

Kromosom : Pembawa informasi gen yang terdapat di dalam inti sel

## L

Larva : Bentuk muda (juvenile) hewan yang perkembangannya melalui metamorphosis

*Labyrinth* : Alat pernafasan tambahan pada ikan

*Lethal* : Hal yang dapat menyebabkan kematian suatu individu

## M

Mitosis : Proses pembagian genom yang telah digandakan oleh sel ke dua sel identik yang dihasilkan oleh pembelahan sel

## N

Nukleolus : Organel yang mengandung sebagian besar materi genetik sel dengan bentuk molekul DNA linier panjang yang membentuk kromosom bersama dengan beragam jenis protein

## O

Omnivora : Hewan pemakan segala (tumbuhan dan hewan)

Organogenesis : Proses pembentukan organ atau alat tubuh

Ovum : Sel telur (gamet pada betina) yang digunakan dalam proses reproduksi untuk menghasilkan sebuah individu baru

## P

*Polar Body II* : Hasil pembelahan oosit sekunder

Poliploidi : Kondisi pada suatu organisme yang memiliki set kromosom lebih dari sepasang

Poliploidisasi : Usaha yang dilakukan untuk menghasilkan organisme poliploidi

Pronukleus : Inti dari sperma atau sel telur sebelum fertilisasi

**R**

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

**S**

Sel sperma : Sel reproduksi seksual pada jantan yang mengandung setengah set kromosom

Sel telur : Sel reproduksi seksual pada betina yang dihasilkan oleh ovarium

Steril : Tidak mampu menghasilkan keturunan

*Survival Rate* : Jumlah ikan yang hidup pada akhir periode

**T**

Tetraploid : Empat set kromosom

Tetraploidi : Organisme yang mempunyai empat set kromosom

Tetraploidisasi : Usaha yang dilakukan untuk menghasilkan organisme poliploidi

Triploid : Tiga set kromosom


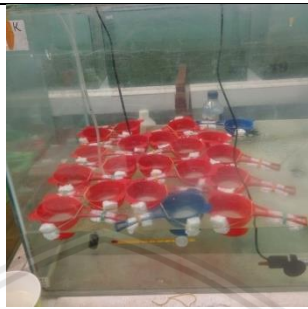
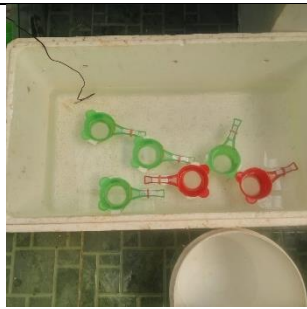
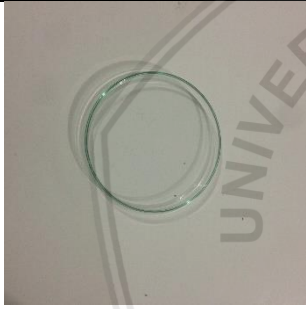








**Z**

Zigot : Sel yang terbentuk sebagai hasil bersatunya dua sel kelamin (sel ovum dan sel sperma) yang telah masak



## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Dokumentasi Alat dan Bahan


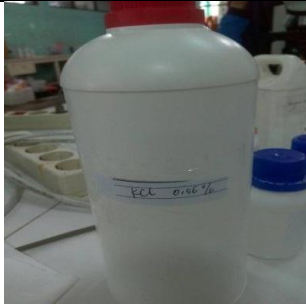
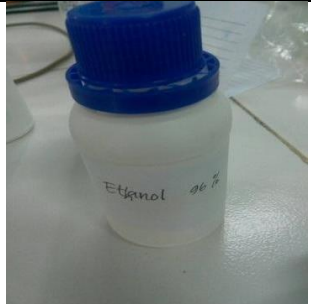
#### a. Alat Penelitian













		
<p>Saringan teh</p>	<p>Akuarium inkubator</p>	<p>Box Sterofoam</p>
		
<p>Petri dish</p>	<p>Mikropipet 1000µL</p>	<p>Hot plate</p>
		
<p>Blue tip</p>	<p>Gelas ukur</p>	<p>Botol vial</p>
		
<p>Kabel rol</p>	<p>Thermostat</p>	<p>Timbangan digital</p>



		
<p>Heater</p>	<p>Sput</p>	<p>Pipet tetes</p>
		
<p>Mikroskop binokuler</p>	<p>Mangkok plastik</p>	<p>Mikropipet 100µL</p>
		
<p>Staining box</p>	<p>Sectio set</p>	<p>Mikroskop BX41 Olypmus</p>

b. Bahan Penelitian

		
<p>Potasium Klorida</p>	<p>KCL 0.56%</p>	<p>Ethanol 96%</p>

 <p data-bbox="384 562 603 595">Buffer Phosphat</p>	 <p data-bbox="770 562 973 595">NaCl Fisiologis</p>	 <p data-bbox="1149 562 1265 595">Ovaprim</p>
 <p data-bbox="432 940 555 974">Aquades</p>	 <p data-bbox="790 940 938 974">Bulu Ayam</p>	 <p data-bbox="1166 940 1342 974">Asam Asetat</p>
 <p data-bbox="459 1321 523 1355">Tisu</p>	 <p data-bbox="786 1317 957 1350">Induk Betina</p>	 <p data-bbox="1166 1317 1342 1350">Induk Jantan</p>
 <p data-bbox="405 1697 580 1731">Kertas Label</p>	 <p data-bbox="837 1697 906 1731">Lem</p>	 <p data-bbox="1174 1697 1337 1731">Perak nitrat</p>

**Lampiran 2.** Data dan Analisis Data Jumlah Ikan Betok (*A. testudineus*) Tetraploid

Perlakuan	Jumlah Sampel	Jumlah Ikan Tetraploid	Persentase (%)	Rata-rata (%)
A1	4	1	25	39,46
A2	7	3	43	
A3	6	3	50	
A4	5	2	40	
B1	2	1	50	43,75
B2	4	1	25	
B3	3	2	67	
B4	3	1	33	
C1	2	1	50	58,33
C2	3	2	67	
C3	4	2	50	
C4	6	4	67	
D1	4	3	75	67,71
D2	6	4	67	
D3	8	5	63	
D4	9	6	67	
K1	35	0	0	0
K2	39	0	0	
K3	37	0	0	
K4	33	0	0	

Keterangan:

A : Perlakuan kejutan suhu 41°C pada umur embrio 29 menit

B : Perlakuan kejutan suhu 41°C pada umur embrio 30 menit

C : Perlakuan kejutan suhu 41°C pada umur embrio 31 menit

D : Perlakuan kejutan suhu 41°C pada umur embrio 32 menit

K : Kontrol ( tanpa kejutan suhu 41°C )

- RAL Jumlah Ikan Betok (*A. testudineus*) Tetraploid

Perlakuan	Ulangan				Total (%)	Rata-rata (%)
	1	2	3	4		
A	25	43	50	40	158	39,46
B	50	25	67	33	175	43,75
C	50	67	50	67	233	58,33
D	75	67	63	67	271	67,71
K	0	0	0	0	0	0
Total					837	

**Perhitungan:**

$$\begin{aligned} \text{Faktor Koreksi (FK)} &= \frac{\text{Total}^2}{n \cdot r} \\ &= \frac{837^2}{5 \cdot 4} \\ &= 35.030 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Kuadrat (JK) Total} &= (A^2) + (A^2) + (A^2) + (A^2) + \dots + (K^2) - \text{FK} \\ &= (25)^2 + (43)^2 + (50)^2 + (40)^2 + \dots + (0)^2 - 35.030 \\ &= 12.521 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{\sum A^2 + \sum B^2 + \sum C^2 + \sum D^2 + \sum K^2}{r} - \text{FK} \\ &= \frac{158^2 + 175^2 + 233^2 + 271^2 + 0^2}{4} - 35.030 \\ &= 10.804 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Acak} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\ &= 12.521 - 10.804 \\ &= 1.717 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Derajat Bebas (db) Total} &= (n \cdot r) - 1 \\ &= (5 \cdot 4) - 1 \\ &= 19 \end{aligned}$$

$$\text{Derajat Bebas (db) Perlakuan} = n - 1$$

$$= 5 - 1$$

$$= 4$$

$$\text{Derajat Bebas (db) Acak} = \text{db Total} - \text{db Acak}$$

$$= 19 - 4$$

$$= 15$$

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

$$= \frac{10.804}{4}$$

$$= 2.701$$

KT Acak

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

$$= \frac{1.717}{15} = 114$$

F Hitung

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

$$= 23,6$$

- Analisis Sidik Ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F5%	F1%
<b>Perlakuan</b>	4	10.804	2.701	23,60**	3,06	4,89
<b>Acak</b>	15	1.717	114			
<b>Total</b>	19	12.521				

Keterangan:

ns : *Non-significant* (Tidak berbeda nyata).

(\*) : Berbeda nyata.

(\*\*) : Berbeda sangat nyata.

Hasil perhitungan sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian kejutan suhu 41°C pada umur embrio menghasilkan pengaruh berbeda sangat nyata. Hal

ini dapat diketahui dari hasil perhitungan F hitung yang memiliki nilai lebih besar dibandingkan dengan nilai F5% dan F1% maka dilanjutkan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) yang bertujuan mengetahui perbedaan antar perlakuan.

- Menghitung Nilai BNT

$$\text{SED} = \sqrt{\frac{2 \times \text{KT Acak}}{\text{ulangan}}}$$

$$= \sqrt{\frac{2 \times 114}{4}}$$

$$= 3,78$$

$$\text{BNT } 5\% = t \text{ tabel } 5\% (\text{db acak}) \times \text{SED}$$

$$= 2,13 \times 3,78$$

$$= 8,06$$

$$\text{BNT } 1\% = t \text{ tabel } 1\% (\text{db acak}) \times \text{SED}$$

$$= 2,95 \times 3,78$$

$$= 11,14$$

Hasil uji BNT

Perlakuan	Rata - Rata	K	A	B	C	D	Notasi
		0	39,46	43,75	58,33	67,71	
<b>K</b>	0	-					a
<b>A</b>	39,46	39,46**	-				b
<b>B</b>	43,75	43,75**	4,29 <sup>ns</sup>	-			b
<b>C</b>	58,33	58,33**	18,87**	14,58**	-		c
<b>D</b>	67,71	67,71**	28,24**	23,96**	9,38*	-	d

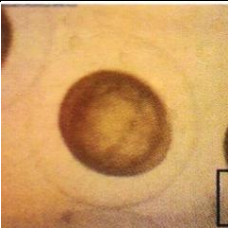

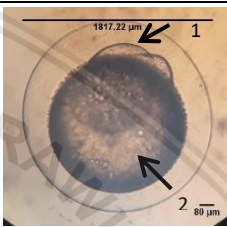



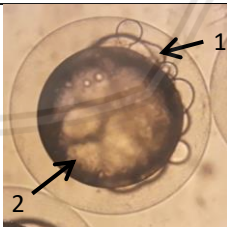


Keterangan: ns = tidak berbeda nyata

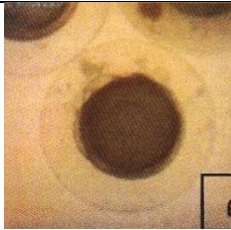
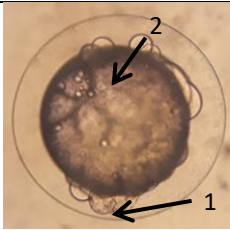
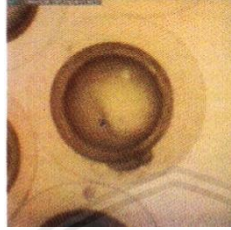
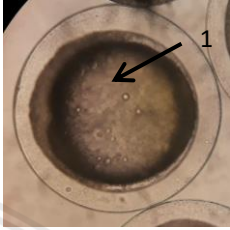


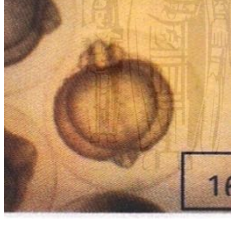
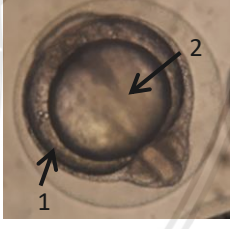

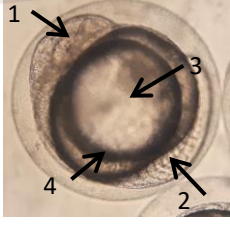
(\*) = berbeda nyata

(\*\*) = berbeda sangat nyata

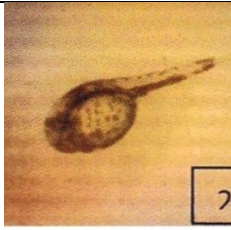
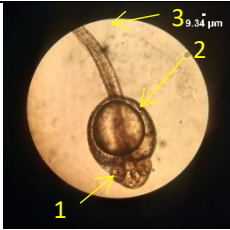
### Lampiran 3. Data akumulasi Waktu Perkembangan Embrio Ikan Betok

#### a. Perlakuan A

No.	Stadia	Literatur	Perlakuan	Keterangan
1	Zigot	 Menit ke-0	-	-
2	2 sel	 Menit ke-30	 Menit ke-40	1.2 blastomer 2.Kuning telur
3	4 sel	 Menit ke-45	 Menit ke-60	1.4 blastomer 2.Kuning telur
4	8 sel	 Menit ke-60	 Menit ke-80	1.8 blastomer 2.Kuning telur
5	16 sel	 Menit ke-90	 Menit ke-98	1.16 blastomer 2.Kuning telur


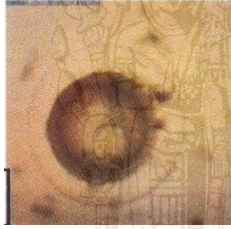
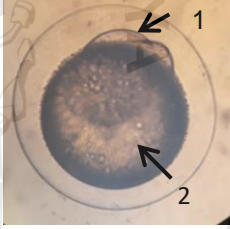
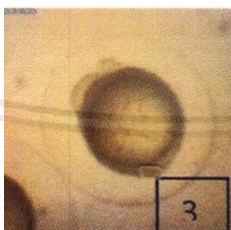

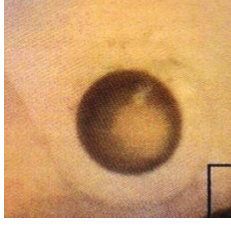

6	32 sel	 Menit ke-120	 Menit ke-130	1.32 blastomer 2.Kuning telur
7	Morula	 Menit ke- 210	 Menit ke- 220	1. Kuning telur
8	Blastula	 Menit ke- 240	 Menit ke-250	1.Blastosol 2.Kuning telur
9	Gastrula	 Menit ke- 390	 Menit ke-340	1.Blastoderm 2.Kuning telur
10	Organogenesis	 Menit ke- 600	 Menit ke-660	1.Calon kepala 2.Calon ekor 3.Kuning telur 4.Somit

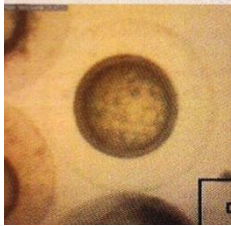
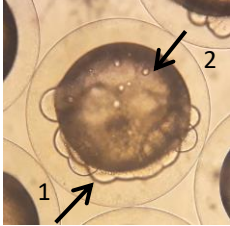

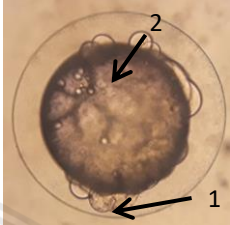
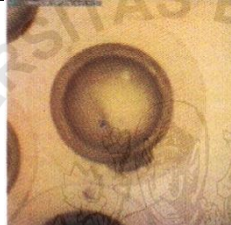
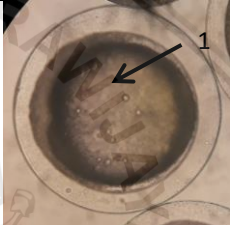
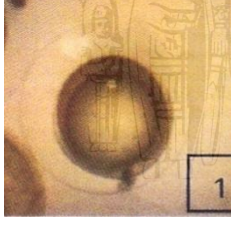


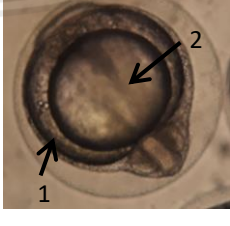


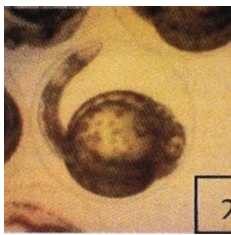
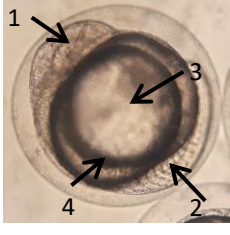

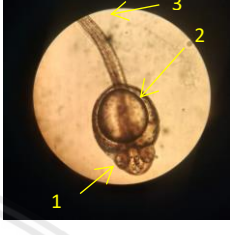
11	Larva	 Menit ke- 1.080	 Menit ke-1.320	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Kepala</li> <li>2.Kuning telur</li> <li>3.Ekor</li> </ol>
----	-------	--	--	--

Diameter telur = 1817,22 μm

b. Perlakuan B


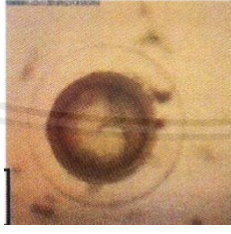
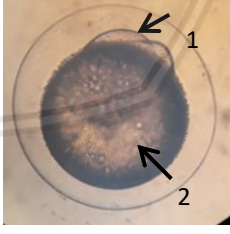
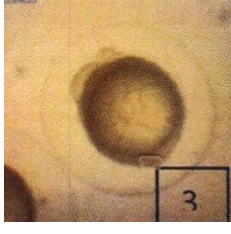

No.	Stadia	Literatur	Perlakuan	Keterangan
1	Zigot	 Menit ke-0	-	-
2	2 sel	 Menit ke-30	 Menit ke-44	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 2 blastomer</li> <li>2. Kuning telur</li> </ol>
3	4 sel	 Menit ke-45	 Menit ke-60	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 4 blastomer</li> <li>2. Kuning telur</li> </ol>
4	8 sel	 Menit ke-60	 Menit ke-71	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 8 blastomer</li> <li>2. Kuning telur</li> </ol>

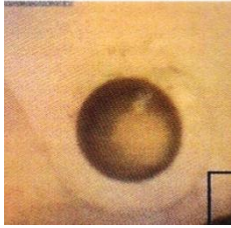

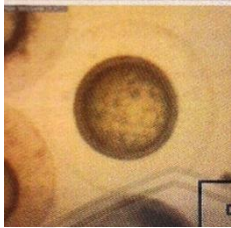
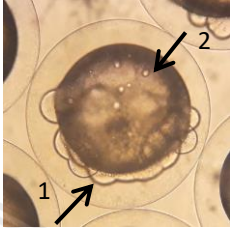
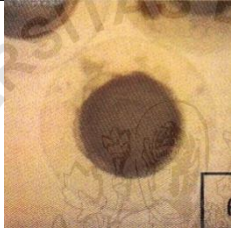

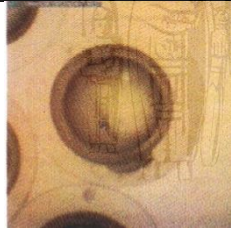

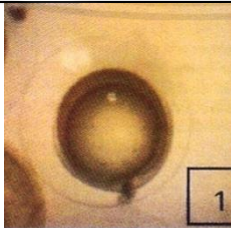

5	16 sel	 Menit ke-90	 Menit ke-87	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 16 blastomer</li> <li>2. Kuning telur</li> </ol>
6	32 sel	 Menit ke-120	 Menit ke-107	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 32 blastomer</li> <li>2. Kuning telur</li> </ol>
7	Morula	 Menit ke- 210	 Menit ke- 140	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kuning telur</li> </ol>
8	Blastula	 Menit ke- 240	 Menit ke-241	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Blastosol</li> <li>2. Kuning telur</li> </ol>
9	Gastrula	 Menit ke- 390	 Menit ke-420	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Blastoderm</li> <li>2. Kuning telur</li> </ol>

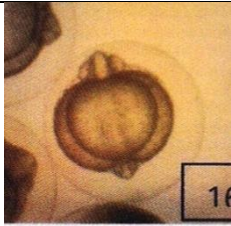
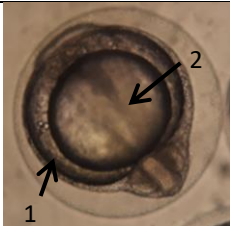
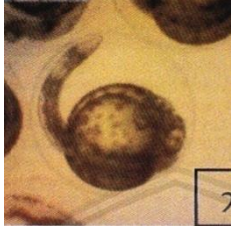
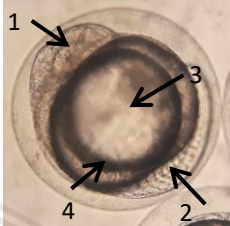


10	Organogenesis	 Menit ke- 600	 Menit ke-690	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Calon kepala</li> <li>2. Calon ekor</li> <li>3. Kuning telur</li> <li>4. Somit</li> </ol>
11	Larva	 Menit ke- 1.080	 Menit ke-1.440	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kepala</li> <li>2. Kuning telur</li> <li>3. Ekor</li> </ol>

Diameter telur = 1817,22  $\mu\text{m}$

c. Perlakuan C

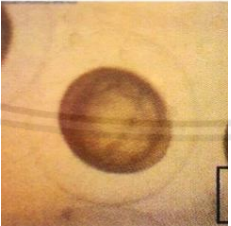
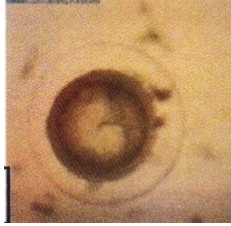
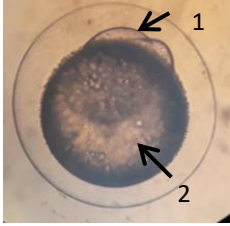
No.	Stadia	Literatur	Perlakuan	Keterangan
1	Zigot	 Menit ke-0	-	-
2	2 sel	 Menit ke-30	 Menit ke-52	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 2 blastomer</li> <li>2. Kuning telur</li> </ol>
3	4 sel	 Menit ke-45	 Menit ke-72	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 4 blastomer</li> <li>2. Kuning telur</li> </ol>

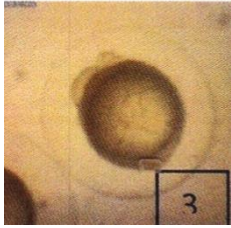

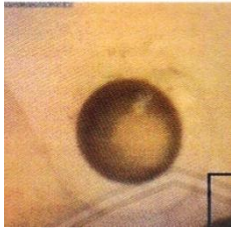
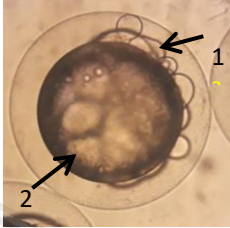

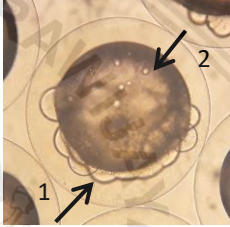
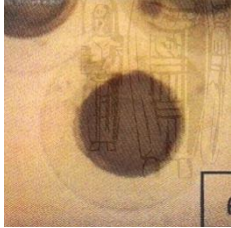
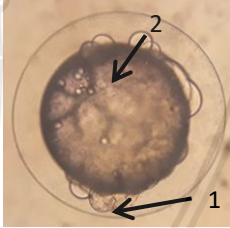


4	8 sel	 Menit ke-60	 Menit ke-89	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 8 blastomer</li> <li>2. Kuning telur</li> </ol>
5	16 sel	 Menit ke-90	 Menit ke-95	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 16 blastomer</li> <li>2. Kuning telur</li> </ol>
6	32 sel	 Menit ke-120	 Menit ke-142	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 32 blastomer</li> <li>2. Kuning telur</li> </ol>
7	Morula	 Menit ke- 210	 Menit ke- 190	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kuning telur</li> </ol>
8	Blastula	 Menit ke- 240	 Menit ke-250	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Blastosol</li> <li>2. Kuning telur</li> </ol>

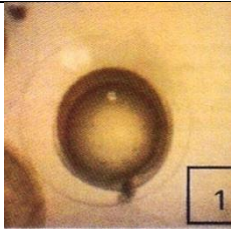
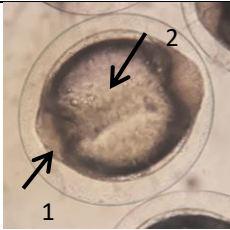
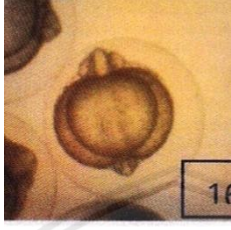
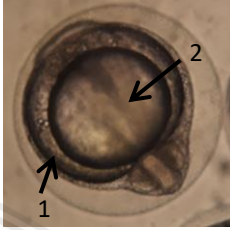
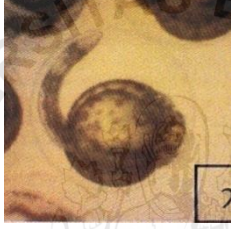
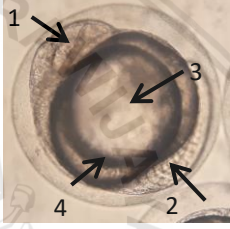
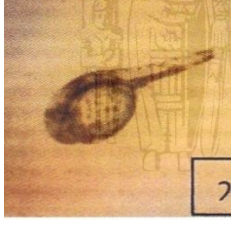

9	Gastrula	 Menit ke- 390	 Menit ke-375	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Blastoderm</li> <li>2. Kuning telur</li> </ol>
10	Organogenesis	 Menit ke- 600	 Menit ke-640	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Calon kepala</li> <li>2. Calon ekor</li> <li>3. Kuning telur</li> <li>4. Somit</li> </ol>
11	Larva	 Menit ke- 1.080	 Menit ke-1.380	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kepala</li> <li>2. Kuning telur</li> <li>1. Ekor</li> </ol>

Diameter telur = 1817,22  $\mu\text{m}$

d. Perlakuan D


No.	Stadia	Literatur	Perlakuan	Keterangan
1	Zigot	 Menit ke-0	-	-
2	2 sel	 Menit ke-30	 Menit ke-50	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 2 blastomer</li> <li>2. Kuning telur</li> </ol>

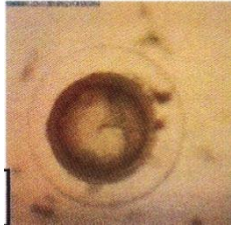
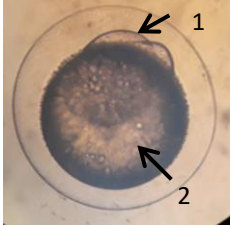
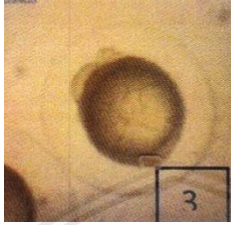


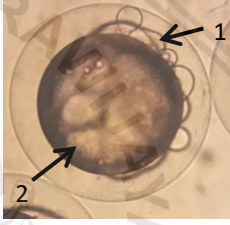
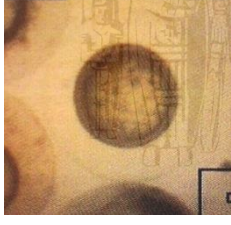

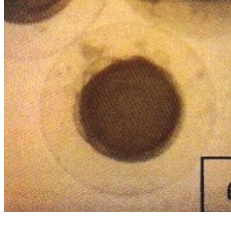

3	4 sel	 Menit ke-45	 Menit ke-66	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 4 blastomer</li> <li>2. Kuning telur</li> </ol>
4	8 sel	 Menit ke-60	 Menit ke-78	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 8 blastomer</li> <li>2. Kuning telur</li> </ol>
5	16 sel	 Menit ke-90	 Menit ke-82	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 16 blastomer</li> <li>2. Kuning telur</li> </ol>
6	32 sel	 Menit ke-120	 Menit ke-96	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 32 blastomer</li> <li>2. Kuning telur</li> </ol>
7	Morula	 Menit ke- 210	 Menit ke- 155	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kuning telur</li> </ol>

8	Blastula	 Menit ke- 240	 Menit ke-260	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Blastosol</li> <li>2. Kuning telur</li> </ol>
9	Gastrula	 Menit ke- 390	 Menit ke-480	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Blastoderm</li> <li>2. Kuning telur</li> </ol>
10	Organogenesis	 Menit ke- 600	 Menit ke-630	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Calon kepala</li> <li>2. Calon ekor</li> <li>3. Kuning telur</li> <li>4. Somit</li> </ol>
11	Larva	 Menit ke- 1.080	 Menit ke-1.340	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kepala</li> <li>2. Kuning telur</li> <li>3. Ekor</li> </ol>

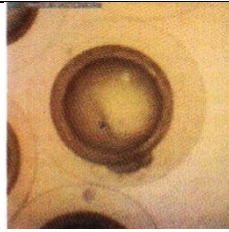
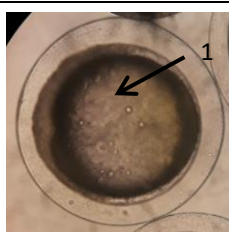
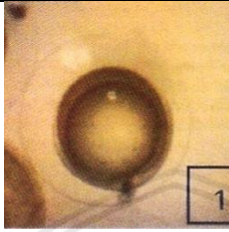
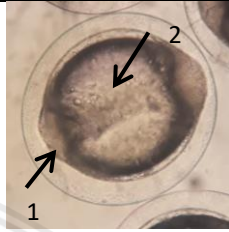

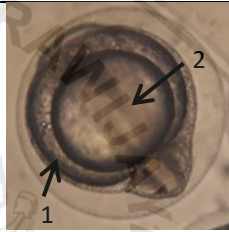
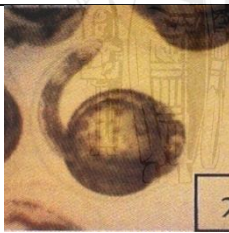
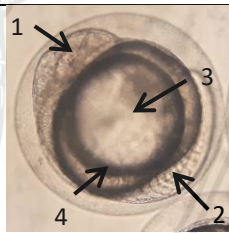
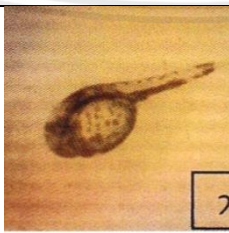
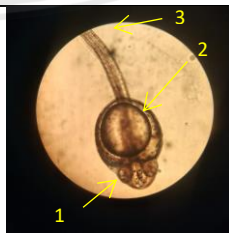
Diameter telur = 1817,22  $\mu\text{m}$

e. Perlakuan K

No.	Stadia	Literatur	Perlakuan	Keterangan
1	Zigot	 Menit ke-0	-	-

2	2 sel	 Menit ke-30	 Menit ke-30	1. 2 blastomer 2. Kuning telur
3	4 sel	 Menit ke-45	 Menit ke-50	1. 4 blastomer 2. Kuning telur
4	8 sel	 Menit ke-60	 Menit ke-65	1. 8 blastomer 2. Kuning telur
5	16 sel	 Menit ke-90	 Menit ke-100	1. 16 blastomer 2. Kuning telur
6	32 sel	 Menit ke-120	 Menit ke-125	1. 32 blastomer 2. Kuning telur



7	Morula	 Menit ke- 210	 Menit ke- 215	1. Kuning telur
8	Blastula	 Menit ke- 240	 Menit ke-255	1. Blastosol 2. Kuning telur
9	Gastrula	 Menit ke- 390	 Menit ke-405	1. Blastoderm 2. Kuning telur
10	Organogenesis	 Menit ke- 600	 Menit ke-610	1. Calon kepala 2. Calon ekor 3. Kuning telur 4. Somit
11	Larva	 Menit ke- 1.080	 Menit ke-1.095	1. Kepala 2. Kuning telur 3. Ekor

Diameter telur = 1817,22  $\mu\text{m}$

**Lampiran 4.** Data dan Analisis Data *Hatching Rate* Ikan Betok (*A.testudineus*)

Perlakuan	Jumlah Telur yang Ditebar	Jumlah Telur yang Menetas	Persentase (%)	Rata-rata (%)
A1	50	13	26	
A2	50	12	24	
A3	50	16	32	26
A4	50	11	22	
B1	50	9	18	
B2	50	14	28	
B3	50	13	26	22
B4	50	8	16	
C1	50	7	14	
C2	50	9	18	
C3	50	8	16	18,5
C4	50	13	26	
D1	50	11	22	
D2	50	15	30	
D3	50	16	32	29,5
D4	50	17	34	
K1	50	36	72	
K2	50	43	86	
K3	50	44	88	82,5
K4	50	42	84	

Keterangan:

A : Perlakuan kejutan suhu 41°C pada umur embrio 29 menit

B : Perlakuan kejutan suhu 41°C pada umur embrio 30 menit

C : Perlakuan kejutan suhu 41°C pada umur embrio 31 menit

D : Perlakuan kejutan suhu 41°C pada umur embrio 32 menit

K : Kontrol (tanpa kejutan suhu)

- RAL Hatching Rate Ikan Betok (*A. testudineus*)

Perlakuan	Ulangan				Total (%)	Rata-rata (%)
	1	2	3	4		
A	25	43	50	22	104	26
B	50	25	67	16	88	22
C	50	67	50	26	74	18,5
D	75	67	63	34	118	29,5
K	90	96	88	84	330	82,5
Total					714	

**Perhitungan:**

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

$$= \frac{714^2}{5 \cdot 4}$$

$$= 25.490$$

$$\text{Jumlah Kuadrat (JK) Total} = (A1^2) + (A2^2) + (A3^2) + (A4^2) + \dots + (K4^2) - \text{FK}$$

$$= (26)^2 + (24)^2 + (32)^2 + (22)^2 + \dots + (84)^2 - 25.490$$

$$= 11.706$$

$$\text{JK Perlakuan} = \frac{\sum A^2 + \sum B^2 + \sum C^2 + \sum D^2 + \sum K^2}{r} - \text{FK}$$

$$= \frac{104^2 + 88^2 + 74^2 + 118^2 + 330^2}{4} - 25.490$$

$$= 11.225$$

$$\text{JK Acak} = \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan}$$

$$= 11.706 - 11.225$$

$$= 481$$

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

$$= (5 \cdot 4) - 1$$

$$= 19$$

$$\text{Derajat Bebas (db) Perlakuan} = n - 1$$

$$= 5 - 1$$

$$= 4$$

$$\text{Derajat Bebas (db) Acak} = \text{db Total} - \text{db Acak}$$

$$= 19 - 4$$

$$= 15$$

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

$$= \frac{11.225}{4}$$

$$= 2.806$$

KT Acak

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

$$= \frac{481}{15} = 32,07$$

F Hitung

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

$$= 87,51$$

- Analisis Sidik Ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F5%	F1%
<b>Perlakuan</b>	4	11.225	2.806	87,51**	3,06	4,89
<b>Acak</b>	15	481	32,07			
<b>Total</b>	19	11.706				

Keterangan:

ns : *Non-significant* (Tidak berbeda nyata).

(\*) : Berbeda nyata.

(\*\*) : Berbeda sangat nyata.

Hasil perhitungan sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian kejutan suhu 41°C pada umur embrio menghasilkan pengaruh berbeda sangat nyata. Hal

ini dapat diketahui dari hasil perhitungan F hitung yang memiliki nilai lebih besar dibandingkan dengan nilai F5% dan F1%, maka dilanjutkan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) yang bertujuan mengetahui perbedaan antar perlakuan.

- Menghitung Nilai BNT

$$SED = \sqrt{\frac{2 \times KT \text{ Acak}}{\text{ulangan}}}$$

$$= \sqrt{\frac{2 \times 32,07}{4}}$$

$$= 2$$

$$BNT \ 5\% = t \text{ tabel } 5\% \text{ (db acak)} \times SED$$

$$= 2,13 \times 2$$

$$= 4,27$$

$$BNT \ 1\% = t \text{ tabel } 1\% \text{ (db acak)} \times SED$$

$$= 2,95 \times 2$$

$$= 5,90$$

Hasil uji BNT

Perlakuan	Rata – Rata (%)	C	B	A	D	K	Notasi
C	18,5	-					a
B	22	3,5 <sup>ns</sup>	-				ab
A	26	7,5 <sup>**</sup>	4 <sup>ns</sup>	-			b
D	29,5	11 <sup>**</sup>	7,5 <sup>**</sup>	3,5 <sup>ns</sup>	-		b
K	82,5	64 <sup>**</sup>	60,5 <sup>**</sup>	56,5 <sup>**</sup>	53 <sup>**</sup>	-	c

Keterangan: ns = tidak berbeda nyata

(\*) = berbeda nyata

(\*\*) = berbeda sangat nyata

**Lampiran 5.** Data dan Analisis Data *Specific Growth Rate* Ikan Betok (*A. testudineus*)

Perlakuan	Wt	W0	t (hari)	Persentase (% gr/hari)	Rata-rata (%)
A1	0.034	0.003	15	16.18	
A2	0.036	0.0033	15	15.93	15,96
A3	0.034	0.0032	15	15.75	
A4	0.034	0.0031	15	15.97	
B1	0.032	0.0031	15	15.56	
B2	0.04	0.0032	15	16.84	
B3	0.037	0.0034	15	15.91	16,19
B4	0.034	0.0035	15	15.16	
C1	0.041	0.0033	15	16.80	
C2	0.043	0.0032	15	17.32	17,16
C3	0.039	0.0031	15	16.88	
C4	0.045	0.0032	15	17.62	
D1	0.073	0.0031	15	21.06	
D2	0.069	0.003	15	20.90	20,05
D3	0.057	0.0033	15	18.99	
D4	0.061	0.0034	15	19.25	
K1	0.021	0.0032	15	12.54	
K2	0.023	0.0033	15	12.94	
K3	0.02	0.0031	15	12.43	12,80
K4	0.022	0.003	15	13.28	

Keterangan:

A : Perlakuan kejutan suhu 41°C pada umur embrio 29 menit

B : Perlakuan kejutan suhu 41°C pada umur embrio 30 menit

C : Perlakuan kejutan suhu 41°C pada umur embrio 31 menit

D : Perlakuan kejutan suhu 41°C pada umur embrio 32 menit

K : Kontrol ( tanpa kejutan suhu 41°C)

- RAL *Specific Growth Rate* Ikan Betok (*A. testudineus*)

Perlakuan	Ulangan				Total (%)	Rata-rata (%)
	1	2	3	4		
A	16,18	15,93	15,75	15,97	63,84	15,96
B	16,84	16,84	15,91	15,16	64,75	16,19
C	16,80	17,32	16,88	17,62	68,62	17,16
D	21,06	20,90	18,99	19,25	80,21	20,05
K	12,54	12,94	12,43	13,28	51,20	12,80
Total					328,61	

**Perhitungan:**

$$\begin{aligned} \text{Faktor Koreksi (FK)} &= \frac{\text{Total}^2}{n \cdot r} \\ &= \frac{328,61^2}{5 \cdot 4} \\ &= 5.399 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Kuadrat (JK) Total} &= (A1^2) + (A2^2) + (A3^2) + (A4^2) + \dots + (K4^2) - \text{FK} \\ &= (16,18)^2 + (15,93)^2 + (15,75)^2 + (15,97)^2 + \dots + \\ &\quad (13,28)^2 - 5.399 \\ &= 115 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{\sum A^2 + \sum B^2 + \sum C^2 + \sum D^2 + \sum K^2}{r} - \text{FK} \\ &= \frac{63,84^2 + 64,75^2 + 68,62^2 + 80,21^2 + 51,20^2}{4} - 5.399 \\ &= 108,41 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Acak} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\ &= 115 - 108,41 \\ &= 6,49 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Derajat Bebas (db) Total} &= (n \cdot r) - 1 \\ &= (5 \cdot 4) - 1 \\ &= 19 \end{aligned}$$

$$\text{Derajat Bebas (db) Perlakuan} = n - 1$$

$$= 5 - 1$$

$$= 4$$

$$\text{Derajat Bebas (db) Acak} = \text{db Total} - \text{db Acak}$$

$$= 19 - 4$$

$$= 15$$

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

$$= \frac{108,41}{4}$$

$$= 27,10$$

KT Acak

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

$$= \frac{6,49}{15} = 0,43$$

F Hitung

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

$$= 62,62$$

- Analisis Sidik Ragam

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F5%	F1%
<b>Perlakuan</b>	4	108,41	27,10	62,62**	3,06	4,89
<b>Acak</b>	15	6,49	0,43			
<b>Total</b>	19	115				

Keterangan:

ns : *Non-significant* (Tidak berbeda nyata).

(\*) : Berbeda nyata.

(\*\*) : Berbeda sangat nyata.

Hasil perhitungan sidik ragam diatas menunjukkan bahwa hasil perlakuan kejutan suhu panas terhadap SGR berbeda sangat nyata ditunjukkan oleh F hitung



lebih tinggi dibandingkan F 5% dan F 1%, maka dilanjutkan ke Uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

- Menghitung Nilai BNT

$$\text{SED} = \sqrt{\frac{2 \times \text{KT Acak}}{\text{ulangan}}}$$

$$= \sqrt{\frac{2 \times 0,43}{4}}$$

$$= 0,23$$

BNT 5% = t tabel 5% (db acak) x SED

$$= 2,13 \times 0,23$$

$$= 0,50$$

BNT 1% = t tabel 1% (db acak) x SED

$$= 2,95 \times 0,23$$

$$= 0,69$$

Hasil uji BNT

Perlakuan	Rata - Rata	K	A	B	C	D	Notasi
K	12,80	-					a
A	15,96	3,16**	-				b
B	16,19	3,39**	0,23 <sup>ns</sup>	-			b
C	17,16	4,36**	1,20**	0,97**	-		c
D	20,05	7,25**	4,09**	3,86**	2,90**	-	d

Keterangan:

ns : *Non-significant* (Tidak berbeda nyata).

(\*) : Berbeda nyata.

(\*\*) : Berbeda sangat nyata.

**Lampiran 6.** Data dan Analisis Data *Survival Rate* Ikan Betok (*A. testudineus*)

Perlakuan	Jumlah Larva Awal	Jumlah Larva Akhir	Persentase (%)	Rata-rata (%)
A1	13	4	31	43,01
A2	12	7	58	
A3	16	6	38	
A4	11	5	45	
B1	9	2	22	27,84
B2	14	4	29	
B3	13	3	23	
B4	8	3	38	
C1	7	2	29	39,51
C2	9	3	33	
C3	8	4	50	
C4	13	6	46	
D1	11	4	36	44,83
D2	15	6	40	
D3	16	8	50	
D4	17	9	53	
K1	36	35	97	87,65
K2	43	39	91	
K3	44	37	84	
K4	42	33	79	

Keterangan:

A : Perlakuan kejutan suhu 41°C pada umur embrio 29 menit

B : Perlakuan kejutan suhu 41°C pada umur embrio 30 menit

C : Perlakuan kejutan suhu 41°C pada umur embrio 31 menit

D : Perlakuan kejutan suhu 41°C pada umur embrio 32 menit

K : Kontrol ( tanpa kejutan suhu 41°C)

- RAL *Survival Rate* Ikan Betok (*A. testudineus*)

Perlakuan	Ulangan				Total (%)	Rata-rata (%)
	1	2	3	4		
A	31	58	38	45	172	43,01
B	22	29	23	38	111	27,84
C	29	33	50	46	158	39,51
D	36	40	50	53	179	44,83
K	97	91	84	79	351	87,65
Total					971	

**Perhitungan:**

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

$$= \frac{971^2}{5 \cdot 4}$$

$$= 47.178$$

$$\text{Jumlah Kuadrat (JK) Total} = (A1^2) + (A2^2) + (A3^2) + (A4^2) + \dots + (K4^2) - \text{FK}$$

$$= (31)^2 + (58)^2 + (38)^2 + (45)^2 + \dots + (79)^2 - 47.178$$

$$= 9.598$$

$$\text{JK Perlakuan} = \frac{\sum A^2 + \sum B^2 + \sum C^2 + \sum D^2 + \sum K^2}{r} - \text{FK}$$

$$= \frac{172^2 + 111^2 + 158^2 + 179^2 + 351^2}{4} - 47.178$$

$$= 8.333$$

$$\text{JK Acak} = \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan}$$

$$= 9.598 - 8.333$$

$$= 1.265$$

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

$$= (5 \cdot 4) - 1$$

$$= 19$$

$$\text{Derajat Bebas (db) Perlakuan} = n - 1$$

$$= 5 - 1$$

$$= 4$$

$$\text{Derajat Bebas (db) Acak} = \text{db Total} - \text{db Acak}$$

$$= 19 - 4$$

$$= 15$$

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

$$= \frac{8.333}{4}$$

$$= 2.083$$

KT Acak

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

$$= \frac{1.265}{15} = 84,31$$

F Hitung

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

$$= 24,71$$

- Analisis Sidik Ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F5%	F1%
<b>Perlakuan</b>	4	8.333	2.083	24,71**	3,06	4,89
<b>Acak</b>	15	1.265	84,31			
<b>Total</b>	19	9.598				

Keterangan:

ns : *Non-significant* (Tidak berbeda nyata).

(\*) : Berbeda nyata.

(\*\*) : Berbeda sangat nyata.

Hasil perhitungan sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian kejutan suhu 41°C pada umur embrio menghasilkan pengaruh berbeda sangat nyata. Hal

ini dapat diketahui dari hasil perhitungan F hitung yang memiliki nilai lebih besar dibandingkan dengan nilai F5% dan F1%, maka dilanjutkan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) yang bertujuan mengetahui perbedaan antar perlakuan.

- Menghitung Nilai BNT

$$\text{SED} = \sqrt{\frac{2 \times \text{KT Acak}}{\text{ulangan}}}$$

$$= \sqrt{\frac{2 \times 84,31}{4}}$$

$$= 3,25$$

$$\text{BNT 5\%} = t \text{ tabel 5\% (db acak)} \times \text{SED}$$

$$= 2,13 \times 3,25$$

$$= 6,92$$

$$\text{BNT 1\%} = t \text{ tabel 1\% (db acak)} \times \text{SED}$$

$$= 2,95 \times 3,25$$

$$= 9,57$$

Hasil uji BNT

Perlakuan	Rata - Rata	B	C	A	D	K	Notasi
		27,84	39,51	43,01	44,83	87,65	
<b>B</b>	27,84	-					a
<b>C</b>	39,51	11,67**	-				b
<b>A</b>	43,01	15,17**	3,50 <sup>ns</sup>	-			b
<b>D</b>	44,83	16,98**	5,31 <sup>ns</sup>	1,81 <sup>ns</sup>	-		b
<b>K</b>	87,65	59,80**	48,13**	44,63**	42,82**	-	c

Keterangan:

ns : *Non-significant* (Tidak berbeda nyata).

(\*) : Berbeda nyata.

(\*\*) : Berbeda sangat nyata.

**Lampiran 7. Data Pengukuran Kualitas Air**

<b>Hari, Tanggal</b>	<b>Waktu</b>	<b>Suhu (°C)</b>	<b>pH</b>	<b>DO (ppm)</b>
Senin, 18 Maret 2019	Pagi	29	7,9	7,5
	Sore	30	7,1	7,2
Selasa, 19 Maret 2019	Pagi	29	7,5	6,5
	Sore	30	7,4	5,4
Rabu, 20 Maret 2019	Pagi	29	8,1	7,1
	Sore	29	7,3	6,9
Kamis, 21 Maret 2019	Pagi	28	7,6	6,7
	Sore	29	7,4	7,3
Jumat, 22 Maret 2019	Pagi	29	7,5	6,2
	Sore	30	7,8	6,4
Sabtu, 23 Maret 2019	Pagi	29	7,3	5,2
	Sore	29	8,5	4,1
Minggu, 24 Maret 2019	Pagi	29	8,3	4,9
	Sore	30	7,8	5,7
Senin, 25 Maret 2019	Pagi	28	7,5	5,9
	Sore	29	7,7	6,4
Selasa, 26 Maret 2019	Pagi	29	7,2	6,3
	Sore	29	7,9	6,9
Rabu, 27 Maret 2019	Pagi	30	7,4	7,2
	Sore	29	7,3	6,0
Kamis, 28 Maret 2019	Pagi	29	8,4	4,9
	Sore	29	8,1	4,6
Jumat, 29 Maret 2019	Pagi	29	8,2	5,2
	Sore	28	7,9	6,4
Sabtu, 30 Maret 2019	Pagi	29	7,7	5,8
	Sore	29	7,8	7,1
Minggu, 31 Maret 2019	Pagi	29	7,1	6,8
	Sore	30	7,6	7,0
Senin, 1 April 2019	Pagi	29	7,8	4,9

	Sore	29	8,6	5,1
Selasa, 2 April 2019	Pagi	29	8,4	5,0
	Sore	29	7,9	6,3
Rabu, 3 April 2019	Pagi	28	8,1	6,7
	Sore	29	7,9	7,0
Kamis, 4 April 2019	Pagi	29	7,3	6,8
	Sore	29	7,8	6,6
Jumat, 5 April 2019	Pagi	30	7,1	5,8
	Sore	29	7,3	5,8
Sabtu, 6 April 2019	Pagi	28	7,9	4,9
	Sore	29	7,2	5,2
Minggu, 7 April 2019	Pagi	29	7,4	5,0
	Sore	29	7,8	4,6
Senin, 8 April 2019	Pagi	30	8,5	4,4
	Sore	28	8,3	4,7
Selasa, 9 April 2019	Pagi	29	8,6	5,8
	Sore	29	7,8	6,0
Rabu, 10 April 2019	Pagi	29	7,6	6,7
	Sore	30	8,1	6,4
Kamis, 11 April 2019	Pagi	30	8,4	7,1
	Sore	28	7,7	4,9
Jumat, 12 April 2019	Pagi	29	7,8	3,7
	Sore	29	7,3	4,1
Sabtu, 13 April 2019	Pagi	29	7,5	5,6
	Sore	28	7,4	6,8
Minggu, 14 April 2019	Pagi	29	7,9	6,3
	Sore	29	7,2	6,0
Senin, 15 April 2019	Pagi	28	7,7	5,7
	Sore	29	8,3	5,9
Selasa, 16 April 2019	Pagi	29	8,4	5,0
	Sore	30	8,7	4,7