PENGARUH KEJUTAN SUHU 4°C PADA UMUR EMBRIO YANG BERBEDA TERHADAP KEBERHASILAN TETRAPLOIDISASI IKAN WADER CAKUL (*Puntius binotatus*)

SKRIPSI

Oleh :

HAJAR NABILAH
NIM. 155080501111006

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

2019

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

PENGARUH KEJUTAN SUHU 4°C PADA UMUR EMBRIO YANG BERBEDA TERHADAP KEBERHASILAN TETRAPLOIDISASI IKAN WADER CAKUL (*Puntius binotatus*)

SKRIPSI

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

Oleh :

HAJAR NABILAH
NIM. 155080501111006

Menyetujui,

Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
(Dr. Ir. Maheno Sri Widodo, MS)	(Soko Nuswantoro, S.Pi., M.Si)
19600425 198503 1 002	NIK. 201301860423 1 001
Tanggal: 23 SEP 2019	Tanggal : 23 SEP 2019

Mengetahui,
Ketua Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan

(Dr. Ir Muhamad Firdaus, MP)
19680919 200501 1 001
Tanggal: 23 SEP 2019

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

LEMBAR IDENTITAS TIM PENGUJI

Judul : **PENGARUH KEJUTAN SUHU 4°C PADA UMUR EMBRIO YANG BERBEDA TERHADAP KEBERHASILAN TETRAPLOIDISASI IKAN WADER CAKUL (*Puntius binotatus*)**

Nama Mahasiswa : HAJAR NABILAH

NIM : 155080501111006

Pogram Studi : Budidaya Perairan

PENGUJI PEMBIMBING:

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

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

PENGUJI BUKAN PEMBIMBING:

Dosen Penguji 1 : Nasrullah Bai Arifin, S.Pi., M.Sc

Dosen Penguji 2 : Yuni Widyawati, S.Pi., MP

Tanggal Ujian : 3 September 2019

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyadari bahwa dalam pelaksanaan penelitian ini tidak terlepas dari dukungan dari banyak pihak. Melalui kesempatan ini, perkenankan penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kenikmatan berupa kesehatan jasmani dan rohani, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan lancar.
2. Bapak Darsono dan Ibu Sri Endah Wahyuningsih sebagai orang tua, serta Yennie Ayu Setianingsih sebagai kakak dari penulis yang telah memberikan doa, dukungan serta motivasi kepada penulis.
3. Bapak Dr. Ir. Maheno Sri Widodo, MS dan Bapak Soko Nuswantoro, S.Pi., M. Si selaku dosen pembimbing yang telah memberikan saran, bimbingan dan arahan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi dengan baik.
4. Bapak Dr. Akhmad Taufiq Mukti, S.Pi., M.Si selaku konsultan penelitian yang telah memberikan saran.
5. Teman-teman Bismilah 4n yang telah membantu selama kegiatan penelitian.
6. Semua pihak yang telah membantu dalam penelitian ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

repository.ub.ac.id

RINGKASAN

Hajar Nabilah. Pengaruh Kejutan Suhu 4°C dengan Umur Embrio yang Berbeda terhadap Keberhasilan Tetraploidisasi Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*). **Dr. Ir. Maheno Sri Widodo, MS dan Soko Nuswantoro, S.Pi., M.Si**

Ikan wader umumnya didapatkan langsung dari alam, sehingga ketersediaannya di pasaran sulit untuk didapatkan dan menyebabkan harganya tidak stabil. Saat ini ikan wader semakin sulit untuk didapatkan dan apabila dapat ditemukan hanya yang memiliki ukuran yang kecil. Ikan wader juga memiliki potensi yang tinggi untuk dibudidayakan karena nilai jual yang cukup tinggi. Oleh karena itu, dibutuhkan upaya untuk meningkatkan produktivitas dan kualitasnya. Upaya perbaikan dan peningkatan kualitas induk dan benih dapat dilakukan dengan rekayasa genetik. Rekayasa genetik dapat dilakukan dengan manipulasi kromosom. Tetraplodisasi merupakan salah satu teknik manipulasi kromosom yang sangat efektif untuk menghasilkan ikan tetraploid. Induksi poliploid dengan menggunakan kejutan suhu merupakan salah satu cara yang praktis dan murah.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencari pengaruh kejutan suhu 4°C dengan umur embrio yang berbeda terhadap keberhasilan tetraploidisasi ikan wader cakul (*P. binotatus*). Penelitian ini telah dilaksanakan di UPT Laboratorium Kesehatan Ikan dan Lingkungan Pasuruan, Desa Sidepan, Kecamatan Winongan, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur serta Laboratorium Budidaya Perairan Divisi Reproduksi Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang pada bulan Maret-Mei 2019. Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan dengan Kontrol tanpa kejutan suhu 4°C, perlakuan A (kejutan suhu 4°C pada umur embrio 4 menit), perlakuan B (kejutan suhu 4°C pada umur embrio 4 menit 30 detik), dan perlakuan C (kejutan suhu 4°C pada umur embrio 5 menit) dengan lama kejutan selama 20 menit. Parameter utama pada penelitian ini adalah tingkat keberhasilan tetraploidisasi ikan wader cakul. Parameter penunjang pada penelitian ini adalah akumulasi waktu embriogenesis, *hatching rate*, abnormalitas, *survival rate* dan *specific growth rate*.

Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah pemberian perlakuan kejutan suhu 4°C dengan umur embrio yang berbeda memberikan pengaruh terhadap keberhasilan tetraploidisasi ikan wader cakul (*P. binotatus*). Nilai rata-rata tingkat keberhasilan tetraploidisasi adalah sebesar 36,69%. Perlakuan kejutan suhu 4°C dengan umur embrio 4 menit 30 detik memberikan persentase rata-rata tetraploid tertinggi sebesar 45,71%.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pemberian perlakuan kejutan suhu 4°C dengan umur embrio yang berbeda memberikan pengaruh terhadap keberhasilan tetraploidisasi ikan wader cakul (*P. binotatus*) dan memberikan pengaruh terhadap embriogenesis, *hatching rate*, abnormalitas, *survival rate* dan *specific growth rate* ikan wader cakul (*P. binotatus*).

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

KATA PENGANTAR

Penulis menyajikan laporan skripsi yang berjudul “Pengaruh Kejutan Suhu 4°C pada Umur Embrio yang Berbeda terhadap Keberhasilan Tetraploidisasi Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*)” sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana perikanan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya di bawah bimbingan dosen Dr. Ir. Maheno Sri Widodo, MS dan Soko Nuswantoro, S.Pi., M. Si.

Hasil penelitian mengenai pengaruh kejutan suhu 4°C dengan umur embrio yang berbeda terhadap keberhasilan tetraploidisasi ikan wader cakul diharapkan dapat dijadikan informasi bagi pembudidaya dan masyarakat umum. Kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan dan kesempurnaan laporan, sehingga tulisan ini dapat bermanfaat dan dapat memberikan informasi bagi semua pihak yang membutuhkan.

Malang, September 2019

Penulis

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR IDENTITAS TIM PENGUJI ii

UCAPAN TERIMAKASIH iv

RINGKASAN v

KATA PENGANTAR vi

DAFTAR ISI vii

DAFTAR GAMBAR ix

DAFTAR TABEL x

DAFTAR LAMPIRAN xi

1. PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan 3
1.4 Hipotesis 3
1.5 Kegunaan 4
1.6 Tempat, Waktu/Jadwal Pelaksanaan 4

2. TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Wader Cakul 5
2.2 Habitat 6
2.3 Siklus Hidup 6
2.4 Kebiasaan Makan 7
2.5 Embriogenesis Ikan Wader Cakul 7
2.6 Poliploidisasi 8
2.7 Tetraploid 9
2.8 Nukleus dan Nukleolus 10

3. METODE PENELITIAN 12
3.1 Alat dan Bahan 12
3.1.1 Alat Penelitian 12
3.1.2 Bahan Penelitian 13
3.2 Metode Penelitian 14
3.3 Rancangan Percobaan Penellitian 14
3.4 Prosedur Penelitian 16
3.4.1. Seleksi Induk 16
3.4.2. Pengadaan Sperma 16
3.4.3. Striping Telur 16
3.4.4. Pembuahan Telur 16
3.4.5. Kejut Suhu Rendah 17
3.4.6. Penetasan Telur 17
3.4.7. Pemeliharaan Larva 17

3.5 Parameter Uji 17
3.5.1 Parameter Utama 17
3.5.2 Parameter Penunjang 18
3.6 Analisa Data 21

4. HASIL DAN PEMBAHASAN 22
4.1 Parameter Utama 22
4.1.1 Keberhasilan Tetraploidisasi Ikan Wader Cakul 22
4.2 Parameter Penunjang 26
4.2.1 Embriogenesis Ikan Wader Cakul 26
4.2.2 *Hatching rate* (HR) 28
4.2.3 Abnormalitas 31
4.2.4 *Survival rate* (SR) 34
4.2.5 *Specific Growth Rate* (SGR) 37
4.2.6 Kualitas Air 40

5. KESIMPULAN 43
5.1 Kesimpulan 43
5.2 Saran 43

DAFTAR PUSTAKA 44

GLOSARIUM 47

LAMPIRAN 50

DAFTAR GAMBAR

Gambar Halaman

1. Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*)..... 6
2. Embriogenesis Ikan Wader Cakul (*P. binotatus*)..... 9
3. Bagian-bagian Nukleus..... 11
4. Denah Penelitian 16
5. Jumlah Nukleolus Ikan Wader Cakul Diploid..... 23
6. Grafik Rata-rata Keberhasilan Tetraploid..... 24
7. Grafik Rata-rata *Hatching Rate*..... 29
8. Grafik Rata-rata Abnormalitas 32
9. Larva Abnormal..... 31
10. Grafik Rata-rata *Survival Rate*..... 35
11. Grafik Rata-rata SGR 38

DAFTAR TABEL

Tabel Halaman

1. Alat Penelitian 12
2. Bahan Penelitian 13
3. Layout Penelitian 15
4. Jumlah Ikan Wader Cakul Tetraploid 22
5. Perhitungan Sidik Ragam Keberhasilan Tetraploidisasi Ikan Wader Cakul 25
6. Uji BNT Keberhasilan Tetraploidisasi Ikan Wader Cakul 25
7. Akumulasi Waktu Perkembangan Embrio Ikan Wader Cakul 27
8. *Hatching rate* Ikan Wader Cakul 28
9. Perhitungan Sidik Ragam *Hatching Rate* Ikan Wader Cakul 29
10. Uji BNT *Hatching rate* Ikan Wader Cakul 30
11. Abnormalitas Ikan Wader Cakul 32
12. Perhitungan Sidik Ragam Abnormalitas pada Larva Ikan Wader Cakul 33
13. Uji BNT Abnormalitas Ikan Wader Cakul 33
14. *Survival rate* Ikan Wader Cakul 34
15. Perhitungan Sidik Ragam *Survival Rate* Ikan Wader Cakul 36
16. Hasil Perhitungan SGR Ikan Wader Cakul 37
17. Uji BNT *Survival Rate* Ikan Wader Cakul 36
18. Perhitungan Sidik Ragam SGR pada Ikan Wader Cakul 38
19. Uji BNT SGR Ikan Wader Cakul 39
20. Kualitas Air Selama Pemeliharaan 41

repository.ub.ac.id

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Halaman

1. Dokumentasi Alat dan Bahan 50

2. Data Perhitungan dan Analisa Ikan Wader Cakul Tetraploid..... 542

3. Data Akumulasi Waktu Perkembangan Embrio Ikan Wader Cakul 59

4. Data Perhitungan dan Analisa *Hatching Rate* Ikan Wader Cakul Tetraploid 67

5. Data Perhitungan dan Analisa Abnormalitas Ikan Wader Cakul Tetraploid 70

6. Data Perhitungan dan Analisa *Survival Rate* Ikan Wader Cakul Tetraploid 77

7. Data Perhitungan dan Analisa *Specific Growth Rate* Ikan Wader Cakul Tetraploid 80

8. Data Pengukuran Kualitas Air..... 87

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut Budiharjo (2002), saat ini terdapat banyak jenis ikan air tawar yang telah dibudidayakan, akan tetapi ikan-ikan yang belum populer untuk dibudidayakan masih banyak. Banyaknya ikan-ikan air tawar yang belum populer untuk dibudidayakan disebabkan oleh masih sedikitnya informasi mengenai potensi dan peluang budidayanya. Ikan air tawar yang sudah banyak dibudidayakan oleh petani secara luas antara lain ikan mas, nila, gurame, tawes, patin, dan lele. Akan tetapi, masih banyak ikan lokal yang digemari oleh masyarakat, tetapi belum dibudidayakan secara luas. Adapun kelompok ikan yang memiliki pemintaan pasar sangat tingggi, tetapi belum dibudidayakan secara luas adalah ikan wader. Ikan wader umumnya didapatkan langsung dari alam, sehingga ketersediaannya di pasaran sulit untuk didapatkan dan menyebabkan harganya tidak stabil. Selain itu, penangkapan ikan wader di alam yang dilakukan secara terus menerus dapat mengganggu ekosistem dan menyebabkan populasi ikan wader di alam menurun. Saat ini ikan wader semakin sulit untuk didapatkan dan apabila dapat ditemukan hanya yang memiliki ukuran yang kecil. Ikan wader terdiri dari beberapa jenis dan berasal dari genus yang berbeda, antara lain genus Rasbora dan Puntius. Pemeliharaan ikan wader juga tidak memerlukan lahan yang luas, sehingga ikan wader dapat dipelihara di kolam yang sempit. Ikan wader juga memiliki potensi yang tinggi untuk dibudidayakan karena nilai jual yang cukup tinggi.

Menurut Jusmaldi dan Hariani (2018), ikan wader cakul (*P. binotatus*) dapat dimanfaatkan sebagai ikan konsumsi dan ikan hias. Oleh karena itu, dibutuhkan upaya untuk meningkatkan produktivitas dan kualitasnya. Menurut Mukti *et al.* (2001), upaya peningkatan produktivitas serta kualitas ikan budidaya harus

diimbangi dengan upaya perbaikan dan peningkatan kualitas induk dan benih serta peningkatan kualitas genetik. Upaya perbaikan dan peningkatan kualitas induk dan benih dapat dilakukan dengan rekayasa genetik. Rekayasa genetik dapat dilakukan dengan manipulasi kromosom. Menurut Rustidja (2004), jenis-jenis manipulasi kromosom yang umumnya diterapkan adalah androgenesis, ginogenesis, triploidisasi, dan tetraploidisasi. Pada ikan teleostei, manipulasi kromosom dapat diterapkan untuk memproduksi populasi ikan tetraploid.

Gusrina (2018) menerangkan bahwa, poliploidisasi merupakan rekayasa kromosom, dimana suatu organisme memiliki kromosom lebih dari 2 set yaitu menjadi triploid (3N) atau tetraploid (4N). Menurut Rustidja (2004), tetraplodisasi merupakan salah satu teknik manipulasi kromosom yang sangat efektif untuk menghasilkan ikan tetraploid, yaitu dengan cara mengawinkan diantara mereka sendiri sehingga dapat dihasilkan ikan tetraploid seperti induknya. Selain itu, ikan tetraploid dapat digunakan untuk menghasilkan ikan triploid yaitu dengan cara menyilangkan ikan tetraploid (4n) dengan ikan normal diploid. Menurut Mukti *et al.* (2001), poliploidisasi dapat digunakan untuk memperbaiki serta meningkatkan kualitas genetik pada ikan, sehingga menghasilkan ikan yang memiliki keunggulan pertumbuhan yang cepat, memiliki toleransi lingkungan dan lebih tahan terhadap penyakit. Induksi poliplodi dengan menggunakan kejutan suhu merupakan salah satu cara yang praktis dan murah. Kejutan suhu dapat dilakukan dengan menggunakan kejutan suhu tinggi dan suhu rendah. Menurut Aloise *et al.* (2009), pemberian kejutan suhu rendah (10°C) menghasilkan daya tetas yang lebih tinggi dibandingkan kejutan suhu panas (38°C). Fitria *et al.* (2013), juga menyatakan bahwa kejut suhu dingin 4°C dengan lama kejut 20 atau 30 menit terbukti efektif untuk menghasilkan benih ikan nilem tetraploid. Berdasarkan latar belakang diatas perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui

pengaruh kejut suhu 4°C pada umur embrio yang berbeda untuk meningkatkan keberhasilan tetraploidisasi ikan wader cakul (*P. binotatus*).

1.2 Rumusan Masalah

Ikan wader cakul memiliki potensi yang tinggi untuk dibudidayakan karena memiliki nilai jual yang cukup tinggi, akan tetapi ketersediaannya masih bergantung pada hasil tangkapan alam. Oleh karena itu, dibutuhkan upaya untuk meningkatkan produktivitas serta kualitas ikan wader cakul. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas induk adalah dengan rekayasa genetik, yaitu dengan manipulasi kromosom. Salah satu jenis manipulasi kromosom yang dapat dilakukan adalah dengan tetraploidisasi. Untuk menghasilkan ikan tetraploid dibutuhkan umur embrio yang tepat saat diberi kejutan suhu. Berdasarkan uraian diatas dapat didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

- Bagaimana pengaruh kejutan suhu 4°C pada umur embrio yang berbeda terhadap keberhasilan tetraploidisasi ikan wader cakul (*Puntius binotatus*)?

1.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan kejutan suhu 4°C pada umur embrio yang berbeda terhadap keberhasilan tetraploidisasi ikan wader cakul.

1.4 Hipotesis

Hipotesis penelitian terdiri dari H_0 dan H_1 yang menyatakan bahwa:

H_0: Diduga pemberian kejutan suhu 4°C pada umur embrio yang berbeda tidak berpengaruh terhadap keberhasilan tetraploidisasi ikan wader cakul.

H_1: Diduga pemberian kejutan suhu 4°C pada umur embrio yang berbeda berpengaruh terhadap keberhasilan tetraploidisasi ikan wader cakul.

1.5 Kegunaan

Kegunaan dari penelitian mengenai pengaruh kejutan suhu 4°C pada umur embrio yang berbeda terhadap keberhasilan tetraploidisasi ikan wader cakul adalah dapat mengetahui informasi mengenai umur embrio yang tepat untuk menghasilkan ikan tetraploid.

1.6 Tempat, Waktu/Jadwal Pelaksanaan

Penelitian telah dilaksanakan di UPT Laboratorium Kesehatan Ikan dan Lingkungan Pasuruan, Desa Sidepan, Kecamatan Winongan, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur serta Laboratorium Budidaya Perairan Divisi Reproduksi Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang pada bulan Maret-Mei 2019.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Wader Cakul

Menurut Jenkins *et al.* (2015), klasifikasi wader cakul adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia

Filum : Chordata

Kelas : Actinopterygii

Ordo : Cypriniformes

Famili : Cyprinidae

Genus : Puntius

Spesies : *Puntius binotatus*

Menurut Weber dan Beaufort (1916), ikan wader cakul merupakan ikan yang termasuk dalam famili ikan Cyprinidae. Ikan wader cakul memiliki bentuk mulut terminal. Sirip ventral pada ikan wader cakul lebih pendek dibandingkan dengan sirip pektoral. Ikan wader cakul memiliki garis hitam yang samar pada tubuhnya. Ikan wader cakul yang masih muda biasanya memilik 3-4 bintik hitam, yang nantinya akan semakin memudar pada saat dewasa. Ikan wader cakul dewasa memiliki bintik hitam di bawah sirip dorsal dan di bagian depan sirip ekor.

Gambar 1. Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*) (Sukmono dan Margaretha, 2017)

2.2 Habitat

Ikan wader cakul merupakan ikan yang termasuk dalam famili Cyprinidae. Ikan wader cakul merupakan jenis ikan bentopelagis. Ikan ini dapat ditemukan di sungai dan danau. Selain itu, ikan ini juga dapat ditemukan pada perairan yang memiliki kedalaman yang cukup dangkal. Habitat ikan ini tersebar di Brunei Darussalam, Kamboja, Indonesia, Laos, Malaysia, Myanmar, Filiphina, Thailand dan Vietnam (Jenkins *et al*., 2015).

Menurut Vitri *et al.* (2012), ikan wader cakul umumnya dapat ditemukan di Sunda, Bali, Lombok, Filiphina dan Indocina. Habitat asli ikan wader cakul adalah di pulau Sumatera. Ikan ini dapat ditemukan pada perairan dengan ketinggian 0 hingga 2000 m diatas permukaan laut dan umumnya berada di aliran sungai.

2.3 Siklus Hidup

Kebanyakan spesies ikan yang habitatnya di sungai akan memijah saat musim penghujan, karena volume air di sungai pada saat musim hujan meningkat. Musim penghujan merupakan salah satu faktor penting dalam pemijahan bagi sebagian besar ikan yang hidup di sungai. Umumnya pertumbuhan gonad ikan terjadi selama 2 bulan hingga 3 bulan sebelum musim penghujan. Secara umum ikan jantan akan mengalami matang gonad lebih awal dibandingkan ikan betina (Munro *et al*., 1990).

Ikan dengan genus Puntius akan memijah pada musim penghujan. Menurut Iswahyudi *et al.* (2014), ikan wader cakul yang telah matang gonad akan mulai memijah. Saat pemijahan ikan wader cakul memerlukan tempat yang terdapat substrat seperti daun tanaman air dan akar tanaman. Telur wader cakul termasuk dalam jenis telur *adhesive*. Telur ikan wader cakul akan menetas menjadi larva 24 jam setelah pemijahan.

2.4 Kebiasaan Makan

Menurut Hedianto *et al.* (2013), ikan wader cakul merupakan ikan yang termasuk dalam golongan planktivora yang masuk dalam kategori herbivora. Jenis fitoplankton yang yang biasanya dimakan ikan wader cakul adalah *Bacillariophyceae*, *Chlorophyceae*, *Conjugatophyceae*, dan *Dinophyceae*. Selain memakan fitoplankton. Ikan wader cakul juga memakan tumbuhan air.

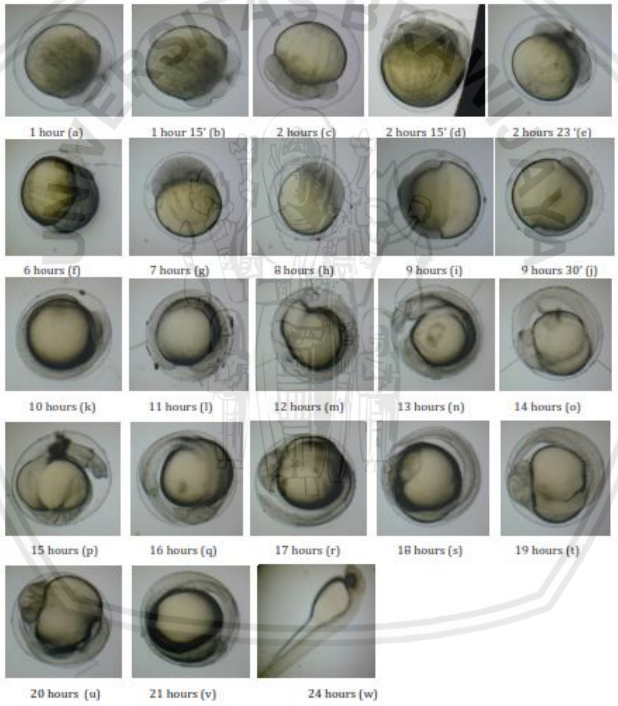
Menurut Situmorang *et al.* (2013), ikan wader cakul memiliki pergerakan yang lebih luas dalam mencari makanan. Ikan wader cakul umumnya memakan fitoplankton dan zooplanton. Jenis fitoplankton yang biasanya dimakan adalah *Bacillariophyceae*, *Chlorophyceae* dan *Cyanophyceae*. Zooplankton yang biasanya dimakan oleh ikan wader cakul adalah *Ciliophora* dan *Monogonata*. Selain fitoplankton dan zooplankton ikan ini juga memakan detritus.

2.5 Embriogenesis Ikan Wader Cakul

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 *cleavage* atau pembelahan sel awal, kemudian diikuti tahap pembelahan selanjutnya yaitu morula, blastula, gastrula, organogenesis hingga embrio menetas menjadi larva awal.

Menurut Iswahyudi *et al.* (2014), telur ikan wader cakul yang telah terfertilisasi akan berwarna bening, sedangkan telur yang tidak terfertilisasi akan berwarna putih. Perkembangan embrio ikan wader cakul terdiri dari beberapa fase yaitu, fase pembelahan, fase morula, fase blastula, fase gastrula, organogenesis dan penetasan. Satu jam setelah pembuahan akan terbentuk 2

buah blastomer yang sama. Pembelahan kedua akan menghasilkan 4 blastomer dan terjadi 1 jam 30 menit setelah pembuahan. Pembelahan ketiga terjadi pada 2 jam setelah pembuahan dan membentuk 8 blastomer. Pembelahan keempat terjadi pada 2 jam 15 menit setelah pembuahan dan menghasilkan 16 blastomer. Fase morula dimulai saat pembelahan kelima yang menghasilkan 32 blastomer dan terjadi pada 2 jam 23 menit setelah pembuahan. Fase gastrula dimulai pada 7 jam setelah pembuahan dan berakhir 8 jam setelah pembuahan. Organogenesis dimulai pada 9 jam setelah pembuahan hingga 21 jam setelah pembuahan. Telur akan menetas pada 24 jam setelah pembuahan menjadi larva.



Gambar 2. Embriogenesis Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*) (Iswahyudi *et al.*, 2014)

2.6 Poliploidisasi

Poliploidisasi merupakan peningkatan ukuran genom yang disebabkan oleh adanya penambahan set kromosom. Poliplodisasi pada hewan jarang terjadi akan tetapi, beberapa poliploidisasi pada ikan secara alami telah ditemukan. Peristiwa poliploidisasi pada hewan dapat terjadi karena adanya gamet yang

tidak tereduksi dan terjadinya polyspermy. Pada ikan, gamet yang tidak direduksi dapat terjadi karena terjadi kesalahan pada gametogenesis yang disebabkan oleh perubahan meiosis seperti adanya penekanan pada meiosis pertama dan kedua atau terjadinya gagal berpisah pada kromosom saat mitosis yang terjadi setelah pembelahan. Selain itu, tidak tereduksinya gamet dapat disebakan oleh adanya penekanan saat pembelahan meiosis II pada oosit (Pandian, 2012).

Poliploidisasi adalah peristiwa dimana terdapat lebih dari 2 jumlah kromosom pada suatu organisme. Organisme yang memiliki jumlah kromosom 3n disebut dengan triploid, organisme dengan jumlah kromosom sebanyak 4n disebut tetraploid dan organisme dengan jumlah kromosom sebanyak 5n disebut dengan pentaploid. Jumlah kromosom dapat diubah dengan pemberian kejut suhu panas, kejut suhu dingin, tekanan, dan kejut dengan menggunakan bahan kimia. Perubahan jumlah kromosom pada organisme dapat memberikan pengaruh yang menguntungkan seperti peningkatan ukuran organisme, meningkatkan kekebalan tubuh, dan meningkatkan ketahanan terhadap penyakit. Selain itu, tujuan dilakukan poliploidisasi adalah untuk menghasilkan ikan steril yang dapat mencegah kematangan gonad dini, mendorong peningkatan ukuran tubuh ikan, dan meningkatkan pemanfaatan ikan eksotis baik dalam kegiatan budidaya maupun manajemen perikanan (Olele dan Thighiri, 2013).

2.7 Tetraploid

Menurut Kadi (2007), tetraploid merupakan organisme yang memiliki 4 set kromosom. Organisme tetraploid dapat terbentuk karena adanya kegagalan zigot 2n saat membelah diri. Pembentukan organisme tetraploid dapat dilakukan dengan memberikan perlakuan kejutan suhu, pemberian bahan kimia maupun tekanan sebelum pembelahan mitosis I. Kejutan yang diberikan pada zigot sebaiknya dilakukan setelah kromosom bereplikasi dan nukleus hampir terbagi

menjadi dua. Ikan tetraploid dapat digunakan dalam memproduksi ikan triploid dengan cara menyilangkannya dengan ikan diploid normal.

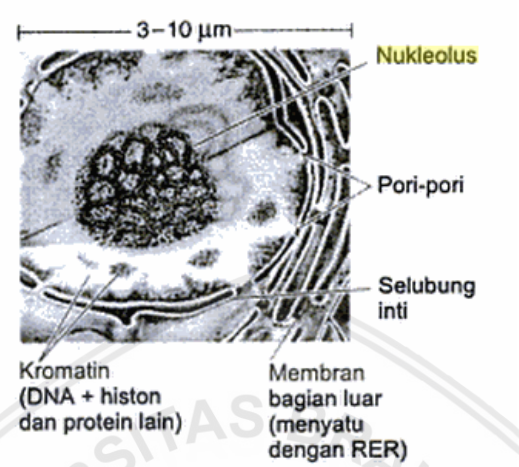
Menurut Gusrina (2018), tetraploidisasi merupakan salah satu metode rekayasa kromosom yang bertujuan untuk membentuk individu yang memiliki set kromosom 4n. Tetraploidisasi dapat dilakukan dengan memberikan perlakuan fisik maupun kimia yang bertujuan untuk mencegah peloncatan pembelahan sel pertama. Faktor-faktor yang dapat menentukan keberhasilan pembuatan ikan tetraploid adalah waktu fertilisasi akhir, lama kejutan dan kondisi optimum. Persilangan ikan tetraploid dengan ikan diploid normal akan menghasilkan ikan triploid.

2.8 Nukleus dan Nukleolus

Nukleus merupakan organel sel yang berfungsi untuk mengarahkan aktivitas metabolik sel dan pembentukan sel. Instruksi untuk sintesis protein akan diteruskan secara terus menerus dari nukleus ke sitoplasma melalui saluran retikulum endoplasma. Nukleolus merupakan organel yang ada di inti sel yang berfungsi untuk membentuk ribosom. Ribosom sendiri memiliki fungsi untuk mentranslasi RNA (Marks *et al.,* 2000). Menurut Shaws (2005), nukleolus umumnya memiliki ukuran antara 1-10µm. Nukleolus mangandung DNA, RNA dan protein didalamnya.

Nukleus memiliki membran sel berupa membran ganda yang mengelilingi nukleus. Pada membran tersebut terdapat pori-pori yang berfungsi sebagai jalan bagi zat-zat untuk meninggalakan nukleus. Pada nukleus terdapat nukleolus yang merupakan badan padat yang mengandung subunit-subunit untuk pembentukan ribosom dan organel sitoplasmik yang terlibat dalam sintesis protein (Fried dan Hademenos, 2006). Menurut Daryanto *et al.* (2018), nukleolus dapat diamati dengan pewarnaan menggunakan perak nitrat. Pewarnaan

nukleolus menggunakan perak nitrat dapat menggunakan jaringan tubuh dalam jumlah sedikit dan dapat digunakan untuk menentukan jumlah maksimum nukleolus pada tiap selnya.



Gambar 3. Bagian-bagian Nukleus (Marks *et al.,* 2000)

3. METODE PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan

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^3	Untuk tempat pemeliharaan induk ikan wader cakul
2.	Akuarium ukuran 100 x 50 x 60 cm	Untuk tempat penetasan telur dan pemeliharaan larva
3.	Seser	Untuk mengambil induk ikan wader cakul
4.	*Blower*	Untuk memberi aerasi telur dan larva ikan
5.	Selang aerator	Untuk menyalurkan oksigen ke akurium penetasan
6.	Batu aerator	Untuk memecah oksigen dalam air
7.	Mikroskop binokuler	Untuk mengamati telur ikan wader cakul
8.	*Object glass* 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.	Spuit 0,1 ml	Untuk menyuntik ovaprim pada induk dan membantu mengambil sperma
12.	Kamera	Untuk dokumentasi penelitian
13.	Mangkok melamin	Untuk wadah sementara telur
14.	Pipet tetes	Untuk mengambil telur yang akan diamati
15.	Heater akuarium	Untuk mengatur suhu pemeliharaan
16.	Thermometer Hg	Untuk mengukur suhu pada toples
17.	Saringan the	Untuk wadah penetasan telur dan pemeliharaan larva
18.	Alat tulis	Untuk mencatat hasil pengamatan
19.	*Handtally counter*	Untuk membantu menghitung telur dan larva
20.	Kabel *roll*	Untuk menyalurkan listrik
21.	Keran aerasi	Untuk membuka dan menutup saluran oksigen
22.	Pipa paralon	Untuk menyalurkan aerasi dari *blower* ke selang aerator
23.	Timba	Untuk membawa induk ikan
24.	Selang sifon	Untuk membersihkan wadah pemeliharaan
25.	Genset	Untuk sumber listrik cadangan

26.	Sendok	Untuk meletakkan telur ke toples
27.	*Box sterofoam*	Untuk wadah air dingin saat kejut suhu
28.	*Beaker glass* 50 ml	Untuk wadah saat perhitungan larva
29.	Botol vial 5 ml	Untuk wadah perendaman jaringan sirip ekor
30.	*Hotplate*	Untuk memanaskan object glass saat proses squashing
31.	Mikropipet	Untuk membantu mengambil suspensi sel
32.	*Object glass*	Untuk tempat preparat
33.	*Staining Box*	Untuk membantu proses pewarnaan preparat
34.	*Sectio set*	Untuk memotong jaringan sirip ekor dan *chopping* jaringan sirip ekor

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 wader cakul	Sebagai induk penghasil sperma
2.	Induk betina ikan wader cakul	Sebagai induk penghasil telur
3.	Pakan induk PF500	Sebagai pakan untuk induk ikan wader cakul
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.	*Styrofoam*	Sebagai pelampung saringan
10.	Karet gelang	Sebagai pengikat *styrofoam* dengan saringan
11.	Telur ikan wader cakul	Sebagai sampel yang akan diamati
12.	Larva ikan wader cakul	Sebagai sampel yang akan diamati
13.	Kain	Sebagai alas saringan
14.	Es batu	Sebagai pembantu penurunan suhu air
15.	Garam kasar	Sebagai pembantu menstabilkan suhu
16.	$AgNO_3$	Sebagai bahan pembuat larutan A dan pewarna
17.	Akuades	Sebagai pengencer larutan
18.	Asam asetat glacial	Sebagai bahan pembuat larutan Carnoy
19.	Ethanol 96%	Sebagai pembersih *object glass* dan pengencer

20.	Gliserin	Sebagai bahan pembuat larutan B
21.	KCl 0,56%	Sebagai larutan hipotonik
22.	Gelatin	Sebagai bahan pembuat larutan B
23.	Pelet Bubuk “Farm Pro”	Sebagai pakan larva
24.	Bulu Ayam	Sebagai pembantu untuk menghomogenkan telur dengan sperma

3.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode eksperimen. Menurut Morton *et al.* (2001), metode eksperimen merupakan metode yang paling kuat dalam perangkat ilmiah untuk menguji suatu hipotesis. Pada ilmu-ilmu fisik, umumnya eksperimen merupakan metode pilihan. Eksperimen yang dilakukan pada hewan banyak ditemukan pada bidang biologi. Perlakuan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah pemberian kejutan suhu 4°C pada umur embrio yang berbeda, sedangkan variabel yang akan diketahui datanya adalah perkembangan embrio, daya tetas telur, abnormalitas, laju pertumbuhan larva, *survival rate* dan keberhasilan tetraploidisasi.

3.3 Rancangan Percobaan Penellitian

Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini berupa Rancangan Acak Lengkap (RAL). Menurut Pratisto (2004), rancangan acak lengkap (RAL) merupakan salah satu bentuk rancangan percobaan yang sederhana. RAL mempunyai denah rancangan percobaan yang lebih mudah. Analisis statistik pada RAL terhadap objek percobaan sederhana. RAL merupakan salah satu rancangan yang fleksibel dalam jumlah penggunaan, perlakuan dan ulangan.

Perlakuan yang diterapkan pada dalam penelitian pengaruh pemberian kejutan suhu 4°C pada umur embrio yang berbeda terhadap keberhasilan tetraploidisasi ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) terdiri dari 4 perlakuan dengan 4 kali ulangan, yaitu:

- Perlakuan K : Perlakuan tanpa kejutan suhu 4°C
- Perlakuan A : Perlakuan kejutan suhu 4°C terhadap telur ikan wader cakul pada 4' setelah fertilisasi selama 20 menit
- Perlakuan B : Perlakuan kejutan suhu 4°C terhadap telur ikan wader cakul pada 4'30'' setelah fertilisasi selama 20 menit
- Perlakuan C : Perlakuan kejutan suhu 4°C terhadap telur ikan wader cakul pada 5' setelah fertilisasi selama 20 menit

Keterangan:

' : menit

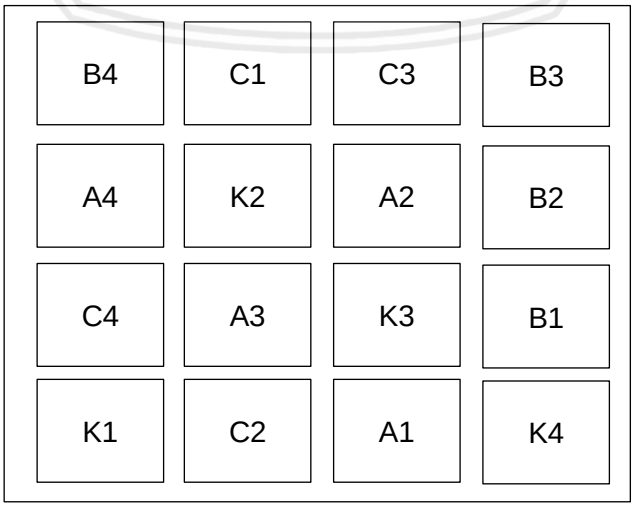
" : detik

Layout Penelitian yang akan digunakan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Layout Penelitian

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

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



Gambar 4. Denah Penelitian

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1. Seleksi Induk

Induk ikan wader cakul yang digunakan berasal dari UPT Laboratorium Kesehatan Ikan dan Lingkungan Pasuruan. Induk yang digunakan sebanyak 25 ekor dengan perbandingan jantan dan betina 5:1. Induk ikan wader cakul yang digunakan memiliki umur ±3 bulan, dengan bobot minimal 5-10 gr. Induk yang digunakan harus dalam keadaan sehat serta tidak cacat.

3.4.2. Pengadaan Sperma

Sperma diambil dengan cara melakukan striping pada induk jantan. Langkah pertama yang dilakukan dalam striping adalah mengeringkan tubuh induk jantan dengan mengggunakan tisu. Striping dilakukan dengan mengurut bagian perut ikan secara perlahan. Sperma yang keluar dari lubang urogenital diambil dengan menggunakan spuit 1 ml yang telah diberi Na fis 0,9 % sebagai larutan pengencer sebanyak 0,2 ml.

3.4.3. Striping Telur

Langkah pertama yang dilakukan dalam striping adalah mengeringkan tubuh induk betina dengan menggunakan tisu, hal ini bertujuan untuk mencegah telur terkena air karena dapat menutup lubang mikrofil sehingga menghambat pembuahan. Striping dilakukan dengan mengurut bagian perut ikan secara perlahan. Telur yang keluar dari lubang genital ditampung dalam mangkuk melamin dan ditambahkan Na Fis 0,9% sebagai larutan pengencer.

3.4.4. Pembuahan Telur

Sebelum telur dibuahi disiapkan terlebih dahulu wadah inkubasi dan media kejut suhu rendah. Setiap wadah diisi dengan air sebanyak 30 L yang telah diberi aerasi. Pembuahan dilakukan dengan mencampurkan sperma pada telur, kemudian diaktifkan menggunakan air. Telur dan sperma dihomogenkan secara

perlahan dengan menggunakan bulu ayam. Telur yang dibuahi ditebar kedalam saringan teh dengan padat tebar telur 300 butir/saringan.

3.4.5. Kejutan Suhu 4°C

Kejutan suhu rendah dilakukan pada menit ke 4', 4' 30'' dan 5' setelah pemijahan dilakukan. Kejutan suhu rendah pada air dingin dengan suhu 4°C selama 20 menit. Telur yang telah diberi kejut suhu dipindahkan kedalam akuarium diinkubasi.

Keterangan:

' : menit

" : detik

3.4.6. Penetasan Telur

Telur ikan wader akan menetas dalam waktu 24 jam setelah waktu proses pembuahan. Telur ditetaskan pada akuarium inkubasi. Suhu inkubasi telur yang digunakan sebesar 27-28°C.

3.4.7. Pemeliharaan Larva

Larva yang telah habis kuning telur diberi pakan dengan pakan pellet bubuk merk Farm Pro. Pellet dilarutkan terlebih dahulu dengan air kemudian diberikan pada larva dengan bantuan pipet tetes. Larva diberi pakan secara *ad libitum* pada pukul 08.00 WIB dan 16.00 WIB.

3.5 Parameter Uji

3.5.1 Parameter Utama

a. Perhitungan Jumlah Nukleolus

Perhitungan jumlah nukleolus dilakukan sesuai dengan metode Mukti *et al.* (2001) dengan modifikasi, langkah pertama yang dilakukan yaitu, memasukkan ikan sampel dengan cepat ke dalam 5-10 mL larutan hipotonik (KCl 0,56%) sebanyak 2 kali dan direndam selama 50 menit pada suhu 29-30°C. Kemudian,

jaringan difiksasi dalam larutan Carnoy segar dan dingin sebanyak 5-10 mL pada suhu 7-10°C yang dibuat dari campuran etanol dan asam asetat absolut dengan perbandingan 3:1 sebanyak dua kali, dengan waktu fiksasi selama 30 menit. Jaringan yang telah difiksasi, disosiasi dengan penambahan 3-4 tetes asam asetat 50%, kemudian dilakukan *chopping* secara hati-hati menggunakan pisau skalpel pada kaca objek cekung selama 30-60 detik hingga terbentuk larutan suspensi sel yang berwarna keruh. Suspensi sel diambil secara hati-hati menggunakan cip mikropipet 100 µL, kemudian diteteskan pada kaca objek yang bersih dan hangat yang diletakkan pada hot plate (50-55°C). Kaca objek dapat dibersihkan dengan cara direndam dalam etanol 96% selama 2 jam sebelum digunakan. Pewarnaan dilakukan menggunakan pewarnaan perak nitrat dilakukan dengan menggunakan dua tetes larutan A (10g AgNO + 20 mL air destilat) dan satu tetes larutan B (0,2 g gelatin + 5 mL larutan gliserin 50% hangat + satu tetes asam formiat) diteteskan pada preparat, kemudian kedua larutan dicampur dan disebarkan secara merata dan secara hati-hati di atas preparat menggunakan tusuk gigi tanpa menggores lapisan film sel yang menempel pada preparat. Selanjutnya, preparat dimasukkan ke dalam kotak pewarnaan dengan kelembaban tinggi pada suhu 50-55°C selama 20-25 menit. Preparat yang telah diwarnai dibilas dengn hati-hati menggunakan akuades dan dikeringanginkan. Preparat yang telah kering sempurna dapat diamati di bawah pembesaran 1.000 kali.

3.5.2 Parameter Penunjang

a. Perkembangan Embrio

Parameter penunjang yang diukur yaitu perkembangan embrio dari telur ikan wader cakul hingga menetas. Pengamatan perkembangan embrio dilakukan dengan menggunakan mikroskop binokuler dengan perbesaran 100x. Pengamatan pertama dilakukan pada 30 menit setelah fertilisasi, setelah itu

dilakukan pengamatan setiap 15 menit sekali selama 3 jam pertama. Setelah 3 jam pertama, dilakukan pengamatan embrio setiap 1 jam sekali hingga telur menetas. 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 persentase perbandingan jumlah telur yang menetas normal dengan jumlah seluruh telur yang ditebar. Pengamatan dilakukan 24 jam setelah fertilisasi. Perhitungan HR dapat menggunakan rumus sebagai berikut (Mukt *et al.*, 2001):

$$HR = \frac{a}{a+b+c} \times 100\%$$

Keterangan:

a: jumlah telur menetas normal (larva normal)

b: jumlah telur menetas cacat (larva cacat)

c: jumlah telur tidak menetas

c. Abnormalitas

Abnormalitas pada benih ikan wader cakul ditentukan dengan mengamati morfologi pada benih ikan wader cakul yang meliputi bentuk kepala, badan dan ekor. Benih yang abnormal dihitung dan dicatat. Persentase abnormalitas dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Mukti *et al.*, 2001):

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

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. SGR dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Mukti *et al.*, 2001):

$$SGR = \frac{\ln Wt - \ln W0}{hari} \times 100\%$$

Keterangan:

W_t : berat tubuh ikan pada waktu tertentu (gram)

W_0 : berat tubuh ikan pada waktu t=0 (gram)

e. *Survival rate* (SR)

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

$$SR = \frac{Nt}{N0} \times 100\%$$

Keterangan:

N_t : jumlah larva akhir pemeliharaan (ekor)

N_0 : jumlah larva awal pemeliharaan (ekor)

f. Kualitas Air

Parameter penunjang yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengukuran kualitas air yang terdiri dari suhu, oksigen terlarut (DO) dan pH. Pengukuran kualitas air dilakukan setiap hari sebanyak dua kali sehari, yaitu pada pagi hari pukul 04.00 WIB dan 14.00 WIB. Pengukuran dilakukan pada

pukul 04.00 WIB dikarenakan oleh pada pukul 04.00 WIB sinar ultraviolet matahari belum muncul sehingga tidak mempengaruhi kualitas air, selain itu waktu tersebut merupakan waktu perubahan yang letal pada kualitas air bagi kehidupan ikan. Menurut Egna dan Boyd (1997), hal ini disebabkan pada saat dini hari perairan memiliki kandungan DO paling rendah yang disebabkan oleh tingginya respirasi fitoplankton saat malam hari. Menurut Sinaga *et al.* (2016), suhu tertinggi pada perairan terjadi sekitar pukul 14.00 WIB dikarenakan pada pukul 14.00 WIB merupakan waktu dimana saat cahaya matahari optimum. Pengukuran suhu dilakukan menggunakan thermometer Hg, pH menggunakan pH meter dan DO menggunakan DO meter.

3.6 Analisa Data

Teknik pengambilan data penelitian dilakukan dengan cara observasi, yaitu mengumpulkan data secara langsung dari kegiatan penelitian. Analisa data diuji secara statistik menggunakan uji *analysis of variance* (ANOVA) berdasarkan rancangan acak lengkap dengan 3 perlakuan, 1 kontrol dan 4 kali ulangan serta tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0{,}05$). Berdasarkan Wicaksono (2006), uji F dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap variabel berbeda nyata atau berbeda tidak nyata. Jika F hitung > F tabel maka dapat diketahui bahwa perlakuan berpengaruh nyata atau berbeda sangat nyata terhadap variabel dan dilanjutkan ke Uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Parameter Utama

4.1.1 Keberhasilan Tetraploidisasi Ikan Wader Cakul

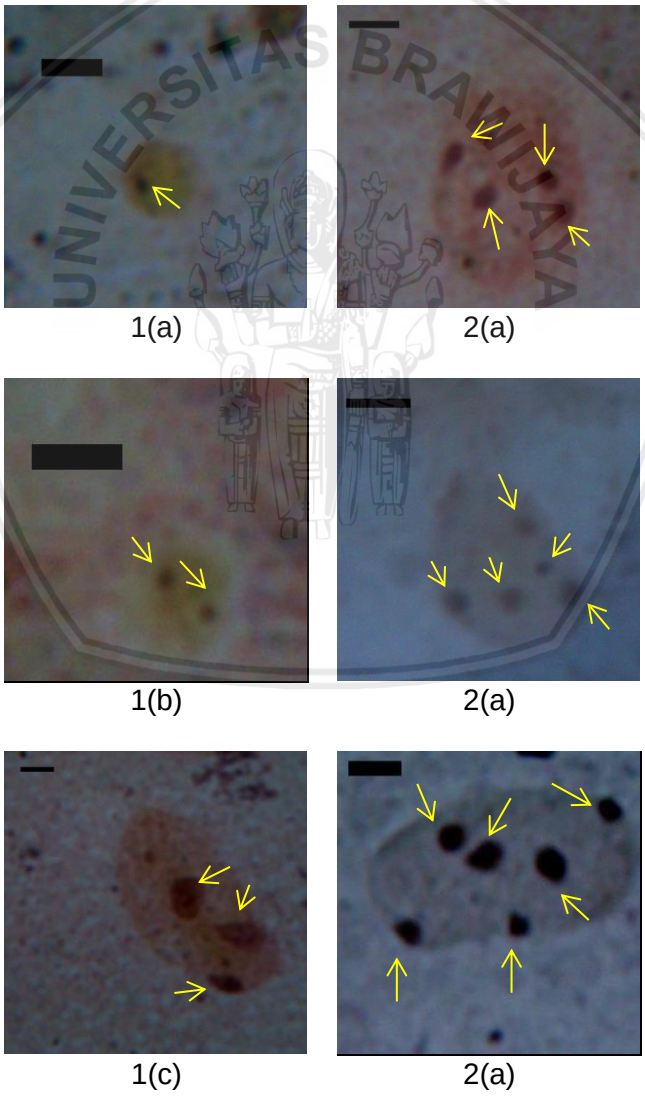
Tetraploidiasasi pada ikan wader cakul dapat dilakukan dengan memberikan kejutan suhu pada embrio pada umur embrio 4-5 menit setelah fertilisasi pada ikan wader cakul. Penentuan waktu yang digunakan didapatkan dengan melakukan pengamatan embriogenesis terlebih dahulu saat penelitian pendahuluan untuk mengetahui waktu pembelahan mitosis I. Pemberian kejutan suhu bertujuan untuk mencegah pembelahan mitosis I. Menurut Fried dan Hademenos (2006), mitosis adalah proses terjadinya distribusi kromosom-kromosom secara sama rata pada dua sel baru yang terbentuk. Sedangkan meiosis merupakan pembelahan pada sel gamet yang menghasilkan gamet-gamet haploid. Tingkat keberhasilan tetraploidisasi dapat diketahui dengan melakukan uji keberhasilan tetraploidisasi. Adapun metode yang dapat digunakan untuk menentukan keberhasilan tetraploidisasi antara lain pengukuran diameter sel darah merah, perhitungan jumlah kromosom dan perhitungan jumlah nukleolus. Untuk menguji keberhasilan pemberian kejutan suhu 4°C pada umur embrio yang berbeda terhadap keberhasilan tetraploidisasi ikan wader cakul (*P. binotatus*), penulis menggunakan metode perhitungan nukleolus. Berdasarkan identifikasi jumlah nukleolus jumlah ikan wader cakul tetraploid dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Ikan Wader Cakul Tetraploid

Perlakuan	Ulangan (%)				Rata-rata (%)±STDEV
	1	2	3	4	
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00±0,00

A	29,69	24,59	30,30	26,98	27,89±2,63
B	50,00	40,00	42,86	50,00	45,71±5,08
C	33,33	33,33	42,86	36,36	36,47±4,49

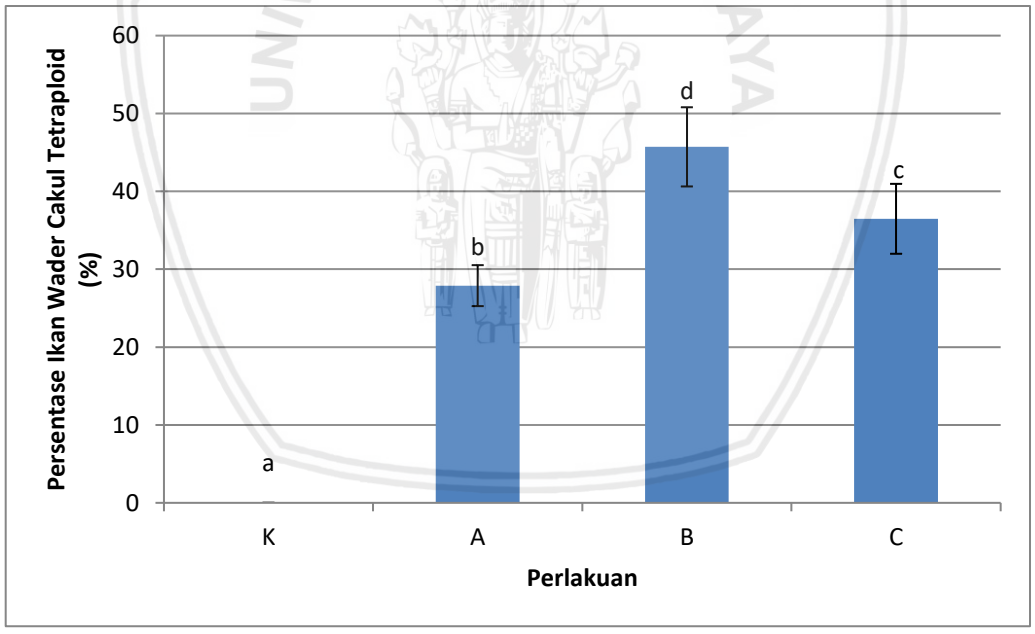
Menurut Philiphs *et al.* (1986), nukleolus dapat dihitung tiap selnya dengan cara menggunakan perwarnaan perak nitrat. Nukleolus akan terlihat berwarna hitam, sedangkan seluruh sel akan tampak berwarna kuning. Pada penelitian ini didapatkan dokumentasi nukleolus pada ikan wader cakul diploid yang disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Jumlah Nukleolus Ikan Wader Cakul Diploid. 1(a) 1 Nu, 1(b) 2 Nu dan 1(c) 3 Nu Merupakan Jumlah Nukleolus pada Ikan Wader Cakul

Diploid (Normal) serta 2(a) 4 Nu, 2(b) 5 Nu dan 2(c) Merupakan Jumlah Nukleolus pada Ikan Wader Cakul Tetraploid. Bar =10µm.

Berdasarkan Gambar 5 dapat diketahui bahwa jumlah nukleolus ikan wader cakul diploid berjumlah 1, 2 dan maksimal 3. Menurut Daryanto *et al.* (2019), untuk menentukan tingkat ploidi dapat dilakukan dengan cara menghitung jumlah maksimum nukleoli per sel. Pada tiap sel dapat memiliki jumlah nukleoli maksimum sebanyak 1, 2, 3 dan 4. Berdasarkan identifikasi tingkat ploidi dengan metode perhitungan jumlah nukleolus pada ikan wader cakul yang diberi perlakuan kejutan suhu 4°C adalah 1, 2, 3, 4, 5 dan maksimal 6. Berdasarkan identifikasi jumlah nukleolus didapatkan jumlah nukleolus ikan wader cakul tetraploid berjumlah maksimal 6. Rata-rata tingkat poliploidisasi yang didapatkan dari masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Rata-rata Keberhasilan Tetraploid

Untuk mengetahui pengaruh kejutan suhu 4°C pada umur embrio yang berbeda terhadap keberhasilan tetraploidisasi ikan wader cakul (*P. binotatus*) dapat dilihat dengan melakukan perhitungan sidik ragam yang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Perhitungan Sidik Ragam Keberhasilan Tetraploidisasi Ikan Wader Cakul

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F5%	F1%
Perlakuan	3	4674,62	1558,21	117,75**	3,49	5,95
Acak	12	158,80	13,23			
Total	15	4833,42				

Keterangan : (**) = berbeda sangat nyata

Berdasarkan Tabel 5, pemberian kejutan suhu 4°C pada umur embrio yang berbeda terhadap keberhasilan tetraploidisasi ikan wader cakul (*P. binotatus*) 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%, sehingga dapat dilanjutkan pada Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) yang bertujuan mengetahui perbedaan antar perlakuan. Hasil perhitungan dari Uji BNT dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Uji BNT Keberhasilan Tetraploidisasi Ikan Wader Cakul

Perlakuan	Rata-rata	K	A	C	B	Notasi
	(%)	0,00	27,89	36,47	45,71	
K	0,00	-	-	-	-	a
A	27,89	27,89**	-	-	-	b
C	36,47	36,47**	8,58**	-	-	c
B	45,71	45,71**	17,82**	9,24**	-	d

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

Berdasarkan Tabel 6 diperoleh rata-rata terendah terdapat pada perlakuan K yang sangat berbeda nyata terhadap perlakuan A, C dan B. Perlakuan A sangat berbeda nyata terhadap perlakuan C dan B. Perlakuan C sangat berbeda

nyata terhadap perlakuan B. Perhitungan lengkap Uji Beda Nyata Terkecil dapat dilihat pada Lampiran 2.

Berdasarkan uraian diatas dapat diketahui bahwa perlakuan kejutan suhu 4°C pada umur embrio berbeda dapat menghasilkan individu tetraploid pada ikan wader cakul. Hal ini, sesuai dengan pernyataan Rustidja (2004), individu tetraploid dapat dihasilkan dengan pemberian kejut suhu setelah peloncatan polar body II. Hal ini akan menyebabkan telur dengan kromosom 2n mengalami penggandaan menjadi individu dengan 4n kromosom. Nilai parameter tersebut akan berbeda tergantung pada spesies ikan. Daryanto *et al.* (2018), menyatakan bahwa semakin banyak jumlah nukleolus pada setiap selnya maka jumlah kromosom juga mengalami peningkatan. Pada ikan triploid mengalami peningkatan jumlah kromosom sebanyak 1,5 kali lipat. Menurut Veranita (1999), ikan wader cakul memiliki jumlah kromosom diploid sebanyak 50. Berdasarkan uraian tersebut ikan wader cakul tetraploid diduga memiliki jumlah kromosom yang lebih tinggi jumlahnya dibandingkan ikan wader cakul diploid. Rata-rata individu tetraploid yang dihasilkan berdasarkan perhitungan nukleolus sebesar 37,69%. Rendahnya persentase ikan tetraploid yang dihasilkan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti lama kejut dan suhu kejut yang digunakan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Kadi (2007), parameter yang mempengaruhi saat pemberian kejut suhu dalam poliploidisasi antara lain waktu awal kejut, suhu kejut dan lama pemberian kejut.

4.2 Parameter Penunjang

4.2.1 Embriogenesis Ikan Wader Cakul

Tetraploidisasi dapat dilakukan dengan pemberian kejutan suhu 4°C pada embrio yang telah terbuahi pada 4-5 menit setelah fertilisasi. Hal ini bertujuan unuk mencegah pembelahan I atau sebelum terjadi pembelahan mitosis I.

Pengamatan embriogenesis pada penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menggetahui kesesuaian waktu perubahan fase embrio pada studi literatur dengan embrio yang diberi perlakuan kejut suhu. Pengamatan embriogenesis dimulai pada 30 menit setelah fertilisasi hingga embrio menetas dan dilakukan pencatatan waktu setiap terjadi perubahan fase. Perbandingan embriogenesis antara studi literatur dengan embrio yang diberi perlakuan kejut suhu dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Akumulasi Waktu Perkembangan Embrio Ikan Wader Cakul

No	Stadia	Akumulasi Waktu			
		K	A	B	C
1	Zigot	Menit ke-0	Menit ke-0	Menit ke-0	Menit ke-0
2	2 sel	Menit ke-46	Menit ke-46	Menit ke-60	Menit ke-45
4	8 sel	Menit ke-123	Menit ke-75	Menit ke-90	Menit ke-56
5	16 sel	Menit ke-130	Menit ke-90	Menit ke-105	Menit ke-75
6	32 sel/Morula	Menit ke-151	Menit ke-90	Menit ke-120	Menit ke-90
7	Blastula	Menit ke-361	Menit ke-166	Menit ke-152	Menit ke-120
8	Gastrula	Menit ke-423	Menit ke-302	Menit ke-300	Menit ke-300
9	Organogenesis	Menit ke-542	Menit ke-600	Menit ke-540	Menit ke-480
10	Larva	Menit ke-1.380	Menit ke-1.020	Menit ke-1.022	Menit ke-1.080

Berdasarkan data pengamatan waktu akumulasi fase perkembangan embrio pada tiap perlakuan dapat diketahui bahwa, waktu yang dibutuhkan dalam tiap perubahan fase embriogenesis ikan wader cakul yang telah diberi

kejut suhu tampak berbeda. Perlakuan A, B dan C memiliki waktu penetasan yang lebih cepat dibandingkan dengan kontrol. Menurut Iswahyudi *et al.* (2013), ikan wader cakul akan menetas 24 jam setelah fertilisasi. Perbedaan kecepatan pada setiap perubahan fase pada tiap-tiap perlakuan diduga karena adanya tambahan set kromosom. Hal ini, sesuai dengan pernyataan Hassan *et al.* (2018), ikan triploid mengalami perubahan fase yang lebih cepat dibandingkan ikan normal dikarenakan adanya tambahan set kromosom.

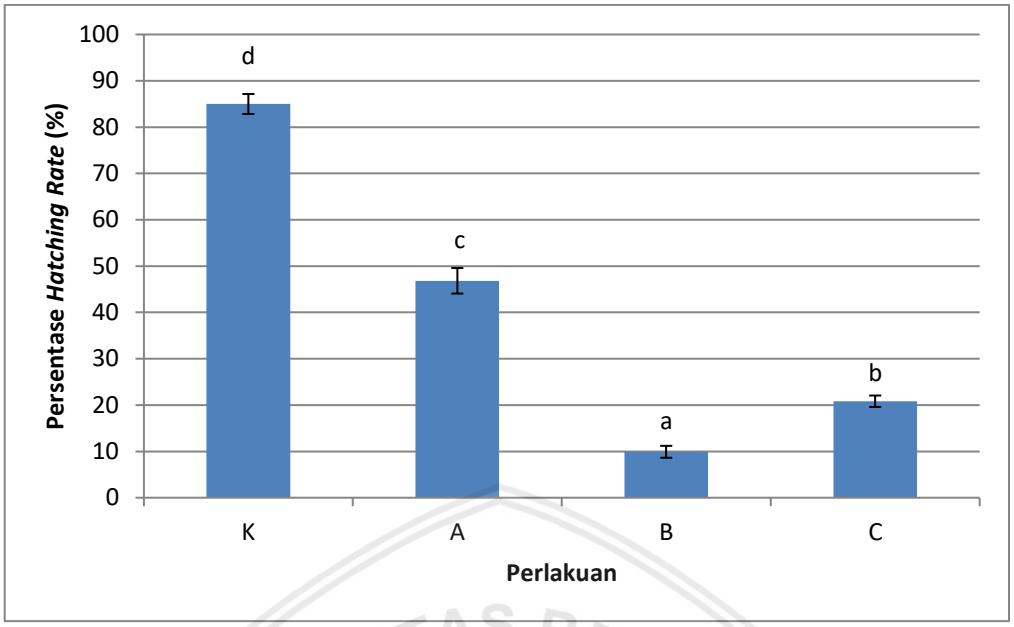
4.2.2 *Hatching rate* (HR)

Hatching rate atau daya tetas merupakan persentase perbandingan jumlah telur yang menetas dengan jumlah seluruh telur yang ditebar. Perhitungan *hatching rate* dilakukan dengan menghitung jumlah larva yang menetas, kemudian dibagi dengan jumlah telur yang ditebar dan dikalikan dengan 100%. Perhitungan *hatching rate* ikan wader cakul bertujuan untuk mengetahui adanya perbedaan pada setiap perlakuan. Hasil perhitungan daya tetas ikan wader cakul pada setiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. *Hatching rate* Ikan Wader Cakul

Perlakuan	Ulangan (%)				Rata-rata (%)±STDEV
	1	2	3	4	
K	82,33	86,00	87,33	84,33	85,00±2,16
A	49,67	45,00	48,67	44,00	46,83±2,75
B	9,33	8,67	10,00	11,67	9,92±1,28
C	20,00	22,33	21,33	19,67	20,83±1,23

Menurut Hutagalung *et al.* (2017), suhu rendah dapat menghambat penetasan sedangkan suhu tinggi akan menyebabkan selaput telur lebih cepat larut sehingga waktu penetasan dapat lebih cepat. Untuk mengetahui rata-rata *hatching rate* pada setiap perlakuan dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Rata-rata *Hatching Rate*

Untuk mengetahui pengaruh pemberian kejutan suhu 4°C dengan umur embrio yang berbeda terhadap *hatching rate* ikan wader cakul (*P. binotatus*) dapat dilihat dengan melakukan perhitungan sidik ragam yang dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Perhitungan Sidik Ragam *Hatching Rate* Ikan Wader Cakul

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F5%	F1%
Perlakuan	3	13217,47	4405,82	32,74**	3,49	5,95
Acak	12	1614,94	134,58			
Total	15	14832,42				

Keterangan: (**) Berbeda sangat nyata

Berdasarkan Tabel 9, dapat diketahui bahwa pemberian kejutan suhu 4°C pada umur embrio yang berbeda terhadap daya tetas ikan wader cakul (*P. binotatus*) 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%, sehingga dapat dilanjutkan pada Uji Beda Nyata Terkecil (BNT). Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dilakukan dengan bertujuan untuk

mengetahui perbedaan antar perlakuan. Hasil perhitungan dari Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Uji BNT *Hatching rate* Ikan Wader Cakul

Perlakuan	Rata-rata (%)	B	C	A	K	Notasi
		9,92	20,83	46,83	85,00	
B	**9,92**	-	-	-	-	a
C	**20,83**	10,92**	-	-	-	b
A	**46,83**	36,92**	26,00**	-	-	c
K	**85,00**	75,08**	64,17**	38,17**	-	d

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

Berdasarkan Tabel 10 diperoleh rata-rata terendah pada perlakuan B yang berbeda sangat nyata terhadap perlakuan C, A dan K. Perlakuan C berbeda sangat nyata terhadap perlakuan A dan K. Perlakuan A berbeda sangat nyata terhadap perlakuan K. Perhitungan lengkap Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dapat dilihat pada Lampiran 4.

Rendahnya nilai *hatching rate* pada perlakuan A, B dan C dibandingkan dengan (K) kontrol disebabkan oleh adanya pemberian kejutan suhu pada perlakuan A, B dan C. Menurut Andriyanto *et al*, (2013), larva menetas dikarenakan adanya aktivitas mekanik dan aktivitas enzimatik. Aktivitas mekanik adalah berupa pergerakan embrio dalam cangkang telur yang disebabkan oleh kurangnya ruang bagi embrio didalam cangkang. Aktivitas enzimatik dipengaruhi oleh suhu inkubasi telur. Kerja enzim juga akan terganggu apabila terjadi paparan suhu yang ekstrim. Penurunan suhu yang ekstrim dapat menyebabkan enzim penetasan tidak dapat disekresikan. Enzim yang tidak dapat disekresikan akan menyebabkan rendahnya nilai *hatching rate*. Menurut Mukti *et al.* (2001),

rata-rata persentase *hatching rate* pada ikan yang tidak mengalami poliploidisasi lebih tinggi dibandingkan yang telah mengalami ploploidisasi. Hal ini didukung dengan pernyataan Gufron *et al,* (2018), yang menyatakan bahwa pemberian kejut suhu dapat menurunkan nilai *hatching rate* pada ikan. Penurunan nilai *hatching rate* dikarenakan telur tidak mampu menahan kejutan suhu sehingga banyak telur yang mengalami kerusakan.

4.2.3 Abnormalitas

Abnormalitas adalah adanya kelainan pada bentuk kepala, bentuk tubuh maupun pada bentuk ekor. Nilai abnormalitas dapat diketahui dari persentase jumlah larva abnormal dibandingkan dengan jumlah total larva. Pengamatan abnormalitas pada larva dilakukan pada 1 minggu setelah pemeliharaan. Abnormalitas pada benih dapat diamati pada morfologi benih meliputi bentuk kepala, badan dan ekor. Pada penelitian ini didapatkan larva abnormal yang dapat dilihat pada Gambar 8.

Gambar 8. Larva Abnormal

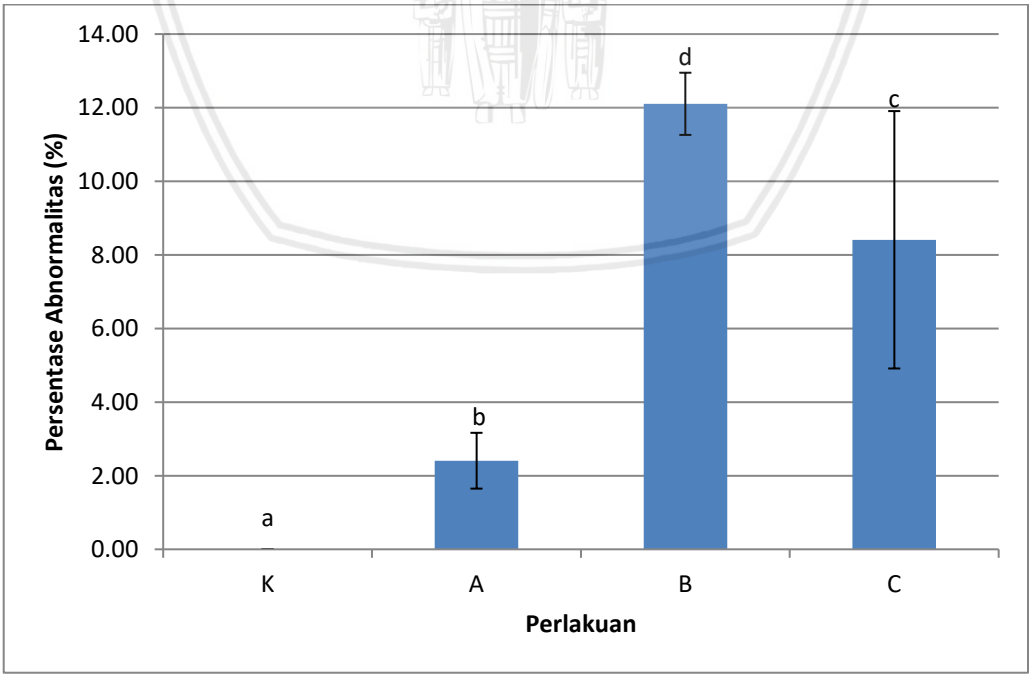
Dari Gambar 8, menunjukkan bahwa ikan wader cakul yang diberi kejutan suhu mengalami kecacatan, yaitu pada bagian tulang belakang terlihat melengkung kesamping. Berdasarkan penelitian pengaruh pemberian kejutan suhu 4°C pada umur embrio yang berbeda terhadap abnormalitas ikan wader

cakul (*P. binotatus*) didapatkan hasil persentase abnormalitas ikan wader cakul yang dapar dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Abnormalitas Ikan Wader Cakul

Perlakuan	Ulangan (%)				Rata-rata (%)±STDEV
	1	2	3	4	
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00±0,00
A	1,28	2,82	2,63	2,90	2,41±0,75
B	11,11	12,50	11,76	13,04	12,10±0,84
C	10,00	11,36	8,89	3,39	8,41±3,49

Berdasarkan Tabel 11, perlakuan dengan pemberian kejutan suhu 4°C pada umur embrio yang berbeda terhadap abnormalitas ikan wader cakul (*P. binotatus*). Abnormalitas tertinggi terdapat pada perlakuan B dan abnormalitas terendah terdapat pada perlakuan A. Untuk mengetahui rata-rata abnormalitas pada setiap perlakuan dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik Rata-rata Abnormalitas

Berdasarkan Gambar 9, dapat diketahui bahwa nilai rata-rata abnormalitas tertinggi ada pada perlakuan B sebesar 12,10% dan nilai rata-rata abnormalitas terendah terdapat pada perlakuan A sebesar 2,41%. Untuk mengetahui pengaruh pemberian kejutan suhu 4°C dengan umur embrio yang berbeda terhadap abnormalitas ikan wader cakul (*P. binotatus*) dapat dilihat dengan melakukan perhitungan sidik ragam yang disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Perhitungan Sidik Ragam Abnormalitas pada Larva Ikan Wader Cakul

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F5%	F1%
Perlakuan	3	366,79	122,26	36,18**	3,49	5,95
Acak	12	40,55	3,38			
Total	15	407,34				

Keterangan : (**) berbeda sangat nyata

Berdasarkan Tabel 12, pemberian kejutan suhu 4°C pada umur embrio yang berbeda terhadap abnormalitas ikan wader cakul (*P. binotatus*) 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%, sehingga dapat dilanjutkan pada Uji Beda Nyata Terkecil (BNT). Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dilakukan dengan bertujuan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Hasil perhitungan dari Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Uji BNT Abnormalitas Ikan Wader Cakul

Perlakuan	Rata-rata (%)	K	A	C	B	Notasi
		0,00	**9,63**	**33,64**	**48,42**	
K	**0,00**	-	-	-	-	a
A	**9,63**	9,63**	-	-	-	b

C	**33,64**	33,64**	24,01**	-	-	c
B	**48,42**	48,42**	38,79**	14,78**	-	d

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

Berdasarkan Tabel 13, diperoleh rata-rata terendah pada perlakuan K berbeda sangat nyata terhadap A, C dan B. Perlakuan A berbeda sangat nyata terhadap C dan B. Perlakuan C berbeda sangat nyata terhadap perlakuan B. Hal ini sesuai dengan pernyataan Ghufron *et al.* (2018), telur yang diberi kejutan suhu akan mengakibatkan dinding *chorion* pada telur mudah rusak dan menimbulkan abnormalitas pada embrio. Menurut Mukti (2005), suhu yang terlalu ekstrim dapat menyebabkan terhambatnya kinerja enzim dan pengerasan pada *chorion* telur yang mengakibatkan proses penetasan telur menjadi terhambat. Pengerasan *chorion* menyebabkan embrio sulit keluar. sehingga embrio akan keluar dalam keadaan cacat. Perhitungan lengkap Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dapat dilihat pada Lampiran 5.

4.2.4 *Survival rate* (SR)

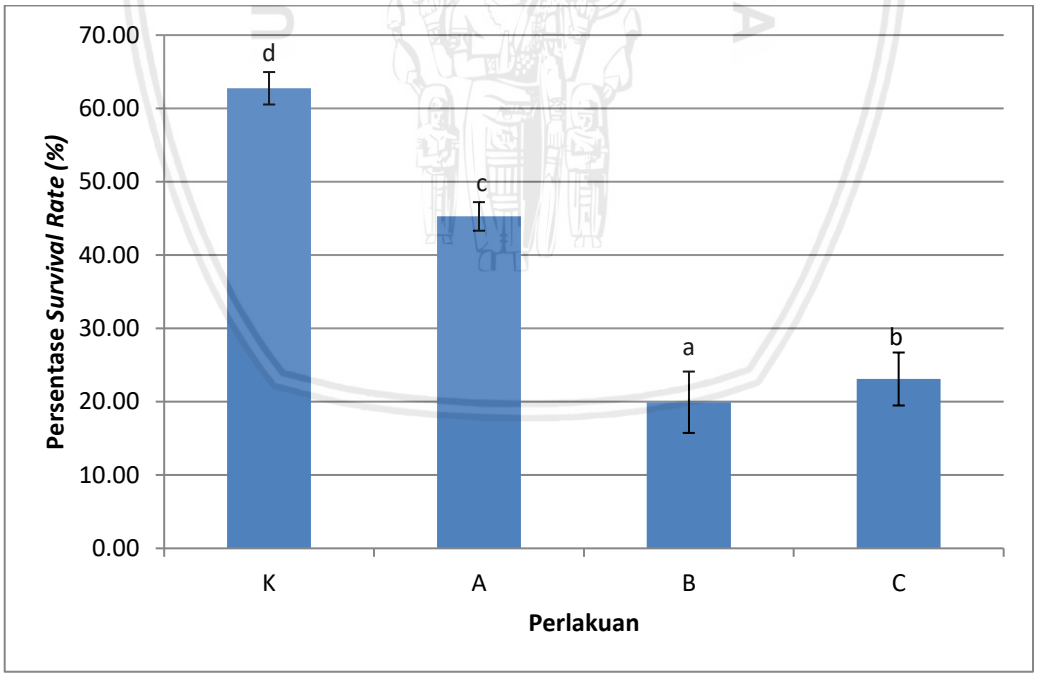
Survival rate merupakan persentase perbandingan jumlah larva ikan wader cakul pada akhir pemeliharaan dengan jumlah larva pada awal pemeliharaan. Pemberian perlakuan kejutan suhu 4°C pada umur embrio yang berbeda terhadap ikan wader cakul (*P. binotatus*) mengasilkan persentase *survival rate* yang dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. *Survival rate* Ikan Wader Cakul

Perlakuan	Ulangan (%)				Rata-rata (%)±STDEV
	1	2	3	4	
K	61,54	65,12	60,31	64,03	62,75±2,21
A	42,95	45,19	45,21	47,73	45,27±1,95

B	14,29	19,23	23,33	22,86	19,93±4,18
C	25,00	26,87	21,88	18,64	23,10±3,61

Berdasarkan Tabel 14, dapat diketahui bahwa permberian perlakuan kejutan suhu 4°C pada umur embrio yang berbeda terhadap *survival rate* ikan wader cakul (*P. binotatus*) menghasilkan nilai *survival rate* tertinggi pada perlakuan A dengan rata-rata 45,27% dan nilai *survival rate* terendah pada perlakuan B dengan rata-rata sebesar 22,91%. Selain itu, menurut Utami *et al*. (2018), *survival rate* juga dapat dipengaruhi oleh suplai oksigen dalam perairan. Kepadatan yang tinggi dapat mempengaruhi kandungan oksigen terlarut dalam dikarenakan semakin tinggi kepadatan, maka semakin tinggi kebutuhan oksigen terlarut dalam perairan. Untuk mengetahui rata-rata *survival rate* pada setiap perlakuan dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik Rata-rata *Survival Rate*

Untuk mengetahui pengaruh pemberian kejutan suhu 4°C pada umur embrio yang berbeda terhadap *survival rate* ikan wader cakul (*P. binotatus*) dapat

dilihat dengan melakukan perhitungan sidik ragam yang dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Perhitungan Sidik Ragam *Survival Rate* Ikan Wader Cakul

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F5%	F1%
Perlakuan	3	4855,26	1618,42	164,94**	3,49	5,95
Acak	12	117,75	9,81			
Total	15	4973,01				

Keterangan : (**) berbeda sangat nyata

Berdasarkan Tabel 15, pemberian kejutan suhu 4°C pada umur embrio yang berbeda terhadap *survival rate* ikan wader cakul (*P. binotatus*) 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%. sehingga dapat dilanjutkan pada Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) yang bertujuan mengetahui perbedaan antar perlakuan. Hasil perhitungan dari Uji BNT dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Uji BNT *Survival Rate* Ikan Wader Cakul

Perlakuan	Rata-rata (%)	B	C	A	K	Notasi
		19,93	23,10	45,27	62,75	
B	**19,93**	-	-	-	-	a
C	**23,10**	3,17**	-	-	-	b
A	**45,27**	25,34**	22,17**	-	-	c
K	**62,75**	42,82**	39,65**	17,48**	-	d

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

Berdasarkan Tabel 16, diperoleh rata-rata terendah terdapat pada perlakuan B yang berbeda sangat nyata terhadap perlakuan C, A dan K.

Perlakuan C berbeda sangat nyata terhadap perlakuan A dan K. Perlakuan A berbeda nyata terhadap perlakuan K. Perhitungan lengkap Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dapat dilihat pada Lampiran 6. Menurut Mukti *et al.* (2001), nilai rata-rata persentase *survival rate* ikan diploid lebih tinggi dibandingkan dengan ikan tetraploid. Rendahnya nilai *survival rate* disebabkan oleh ikan poliploid memiliki kemampuan untuk mengikat oksigen lebih rendah dibandingkan dengan ikan diploid. Rendahnya kemampuan mengikat oksigen yang rendah diakibatkan oleh jumlah sel ikan poliploid lebih banyak dan memiliki ukuran sel yang jauh lebih besar sehingga ikan poliploid memiliki proses metabolisme yang lebih cepat dibandingkan ikan normal yang menyebabkan kebutuhan oksigen terlarut yang besar. Menurut Ghufron et al. (2018), rendahnya nilai *survival rate* dapat diakibatkan karena adanya ikan yang mengalami abnormalitas. Abnormalitas pada ikan disebabkan karena adanya pemberian kejutan suhu yang menyebabkan *chorion* mengeras, sehingga embrio akan keluar dalam keadaan cacat. Abnormalitas pada ikan dapat menyebabkan metabolisme ikan terganggu dan mengakibatkan rendahnya nafsu makan pada ikan, sehingga dapat menyebabkan nilai *survival rate* pada ikan yang diberi kejutan suhu.

4.2.5 *Specific Growth Rate* (SGR)

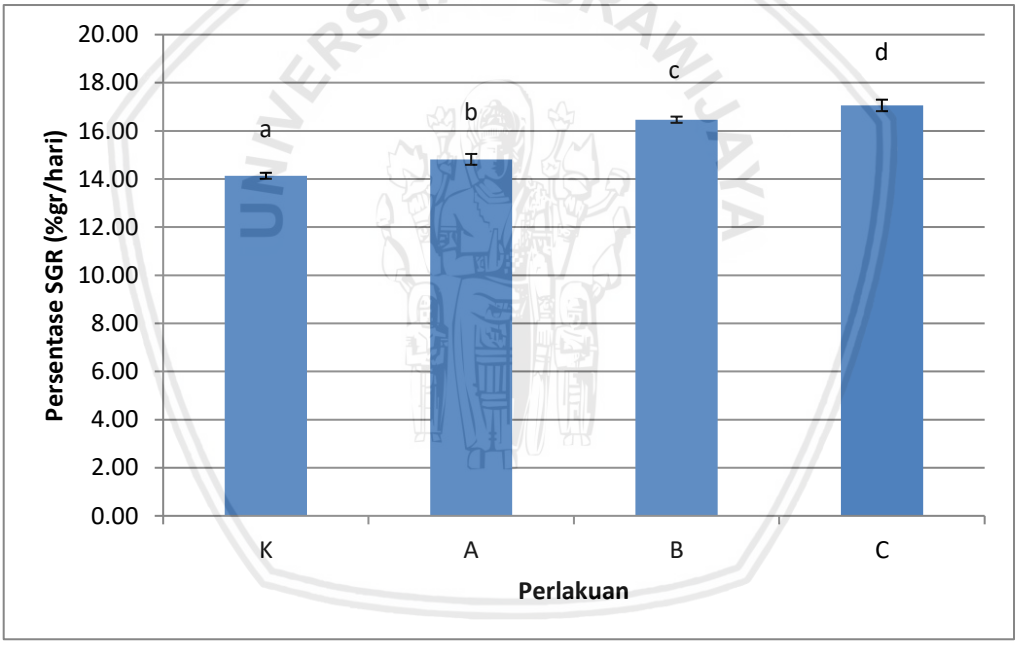
Specific Growth Rate (SGR) merupakan perubahan berat. ukuran atau volume pada larva ikan selama masa pemeliharaan. Perhitungan SGR ikan wader cakul dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui adanya pebedaan pada setiap perlakuan dan untuk mengetahui perlakuan memberikan hasil yang paling baik. Hasil perhitungan SGR ikan wader cakul dapat dilihat pada Tabel 17.

Tabel 17. Hasil Perhitungan SGR Ikan Wader Cakul

Perlakuan	Ulangan (%gr/hari)				Rata-rata (%gr/hari) ±STDEV
	1	2	3	4	

K	14,28	14,09	13,99	14,17	14,13±0,12
A	15,10	14,55	14,77	14,84	14,82±0,22
B	16,45	16,29	16,56	16,56	16,46±0,12
C	17,14	17,24	16,71	17,15	17,06±0,23

Bedasarkan Tabel 17, dapat diketahui bahwa perlakuan C merupakan perlakuan yang memiliki nilai SGR tertinggi dengan rata-rata SGR sebesar 17,15%gr/hari. Sedangakan, pada perlakuan A memiliki nilai rata-rata SGR terendah sebesar 14,82%gr/hari. Untuk mengetahui rata-rata SGR pada setiap perlakuan dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Grafik Rata-rata SGR

Untuk mengetahui pengaruh pemberian kejutan suhu 4°C pada umur embrio yang berbeda terhadap SGR ikan wader cakul (*P. binotatus*) dapat dilihat dengan melakukan perhitungan sidik ragam yang disajikan pada Tabel 18.

Tabel 18. Perhitungan Sidik Ragam SGR pada Ikan Wader Cakul

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F5%	F1%

Perlakuan	3	22,55	7,52	214,02**	3,49	5,95
Acak	12	0,42	0,04			
Total	15	22,97				

Keterangan: (**) Berbeda sangat nyata

Berdasarkan Tabel 18, pemberian kejutan suhu 4°C pada umur embrio yang berbeda terhadap SGR ikan wader cakul (*P. binotatus*) 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%. sehingga dapat dilanjutkan pada Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) yang bertujuan mengetahui perbedaan antar perlakuan. Hasil perhitungan dari Uji BNT dapat dilihat pada Tabel 19.

Tabel 19. Uji BNT SGR Ikan Wader Cakul

Perlakuan	**Rata-rata (%gr/hari)**	**K**	**B**	**A**	**C**	**Notasi**
		14,13	**14,82**	**16,46**	**17,06**	
K	**14,13**	-	-	-	-	a
A	**14,82**	0,68**	-	-	-	b
B	**16,46**	2,33**	1,65**	-	-	c
C	**17,06**	2,92**	2,24**	0,59**	-	d

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

Berdasarkan Tabel 19, diperoleh rata-rata terendah pada perlakuan K yang sangat berbeda nyata dengan perlakuan A, B dan C. Perlakuan A yang sangat berbeda nyata dengan perlakuan B dan C. Perlakuan B yang sangat berbeda nyata terhadap perlakuan C. Perhitungan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dapat

dilihat pada Lampiran 7. Menurut Zulhardi *et al.* (2016), pemberian kejut suhu dapat meningkatkan pertumbuhan ikan. Semakin banyak jumlah ikan yang bersifat poliploid akan meningkatkan rata-rata laju pertumbuhan pada ikan secara keseluruhan. Menurut Mukti *et al.* (2001), rata-rata persentase nilai SGR ikan poliploid lebih tinggi dibandingkan dengan diploid. Ikan tetraploid memiki ukuran nukleus dan sel yang lebih besar dibandingkan ikan triploid dan diploid. Tingginya jumlah sel menyebabkan volume sel dalam tubuh meningkat sehingga ukuran tubuh akan meningkat lebih cepat.

4.2.6 Kualitas Air

Kualitas air yang diamati pada penelitian ini meliputi suhu, pH dan DO. Pengkuran kualitas air dilakukan karena kualitas air dapat mempengaruhi kesehatan dan pertumbuhan ikan secara langsung. Kualitas air pemeliharaan ikan yang tidak optimal dapat mengakibatkan ikan sakit, sedangkan kualitas air pemeliharaan ikan yang optimal dapat mendukung pertumbuhan ikan sehingga dapat meningkatkan produktivitas dalam kegiatan budidaya. Pengukuran kualitas air dilakukan pada pukul 04.00 WIB dan 14.00 WIB yang bertujuan untuk mengetahui kadar kualitas air pada setiap perlakuan.

a. Suhu

Pengukuran kualitas harian dilakukan sebanyak 2 kali sehari pada pukul 04.00 WIB dan 14.00 WIB. Selama masa pemeliharaan larva kisaran suhu yang diperoleh antara 28-29°C dengan rata-rata suhu yang didapatkan sebesar 28.64°C. Suhu tertinggi yang diperoleh adalah sebesar 29.4°C dan suhu terendah yang diperoleh sebesar 28°C. Menurut Effendi (2003), perubahan suhu dapat mempengaruhi proses fisika. kimia. dan biologi dalam air. Ikan memiliki kisaran suhu tertentu yang disukai untuk pertumbuhannya. Kenaikan suhu pada perairan dapat menyebabkan terjadinya penurunan kelarutan gas dalam air termasuk O_2. Selain itu peningkatan suhu juga dapat menyebabkan peningkatan

metabolisme dan respirasi pada ikan. Menurut Boyd dan Pillai (1984). suhu perairan yang baik untuk pertumbuhan ikan berada dalam kisaran 25°C-32°C. Suhu pemeliharaan dapat memberikan dampak yang cukup siginifikan terhadap laju reaksi kimia dan biologis. Apabila suatu perairan mengalami kenaikan suhu sebesar 10°C maka. ikan akan mengkonsumsi oksigen terlarut sebanyak dua kali lipat lebih banyak. Selain itu. laju reaksi kimia juga akan meningkat sebanyak dua kali lipat.

b. DO (Oksigen Terlarut)

Pengukuran kualitas harian dilakukan sebanyak 2 kali sehari pada pukul 04.00 WIB dan 14.00 WIB. Selama masa pemeliharaan larva kisaran DO yang diperoleh antara 7,24-7,93 mg/l dengan rata-rata DO yang didapatkan sebesar 7.56 mg/l. DO tertinggi yang diperoleh adalah sebesar 7.93 mg/l dan DO terendah yang diperoleh sebesar 7,24 mg/l. Menurut Boyd dan Pillai (1984). kebutuhan oksigen terlarut pada ikan untuk respirasi adalah sebesar >5 mg/l. Apabila kandungan oksigen terlarut dalam perairan berada dibawah 4-5 mg/l dapat menyebabkan nafsu makan ikan menurun dan menghambat pertumbuhan ikan. Konsentrasi oksigen terlarut pada perairan harus memadai agar ikan dapat bertahan hidup dan tumbuh. Menurut Effendi (2003), kandungan oksigen terlarut dalam perairan dapat dipengaruhi oleh suhu, salinitas, turbulensi air, aktivitas fotosintesis, respirasi dan limbah pada perairan. Konsumsi oksigen dapat meningkat sebanyak 10% apabila terjadi peningkatan suhu sebesar 1°C. Selain itu, dekomposisi bahan organik juga dapat mengurangi kandungan oksigen terlarut dalam perairan.

c. pH

Pengukuran kualitas harian dilakukan sebanyak 2 kali sehari pada pukul 04.00 WIB dan 14.00 WIB. Selama masa pemeliharaan larva kisaran pH yang diperoleh antara 7,23-8,78 dengan rata-rata pH yang didapatkan sebesar 7,84.

pH tertinggi yang diperoleh adalah sebesar 8,78 dan pH terendah yang diperoleh sebesar 7,23. Menurut Boyd dan Pillai (1984). nilai pH perairan yang baik untuk pemeliharaan ikan berkisar antara 6,5-9. Apabila nilai pH berada pada kisaran 4-6. maka dapat menyebabkan penurunan produktivitas ikan. Menurut Effendi (2003), kisaran nilai pH yang baik untuk pertumbuhan ikan umumnya berkisar antara 7-8.5. Nilai pH dapat mempengaruhi proses biokimiawi yang ada dalam perairan. Selain itu, nilai pH juga dapat mempengaruhhi toksisitas senyawa kimia dalam perairan. Kisaran kualitas air yang didapatkan selama penelitian dengan perbandingan literatur dapat dilihat pada Tabel 20.

Tabel 20. Kualitas Air Selama Pemeliharaan

Parameter	Pengukuran	Literatur
Suhu (°C)	28-29	25-32 (Boyd dan Pillai, 1984)
DO (mg/l)	7,24-7,93	>5 (Boyd dan Pillai, 1984)
pH	7,23-8,78	6,5-9 (Boyd dan Pillai, 1984)

5. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan. yaitu pemberian kejutan suhu 4°C pada umur embrio yang berbeda terhadap keberhasilan tetraploidisasi ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) memberikan rata-rata keberhasilan sebesar 36,69%. Perlakuan kejutan suhu 4°C dengan umur embrio 4 menit 30 detik memberikan persentase rata-rata tetraploid tertinggi sebesar 45,71%. Sehingga, pemberian kejutan suhu 4°C dengan umur embrio 4 menit 30 detik disarankan untuk dipergunakan dalam memproduksi ikan wader cakul tetraploid.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan mengenai lama kejut yang optimal dan suhu kejut yang tepat untuk menghasilkan ikan wader cakul tetraploid. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan persentase jumlah ikan wader cakul yang tetraploid. Untuk mendapatkan hasil perhitungan jumlah ikan tetraploid yang lebih akurat sebaiknya dilakukan perhitungan jumlah kromosom.

DAFTAR PUSTAKA

Aloise, D. A,. F. A. Mala-Lima, R. M. Ollivelra, T. M. Cabral and W. F. Molina. 2009. Ploidy manipulation dan polyploidy detection in the white shrimp *Litopenaeus vanamei* (Boone 1931) (Decapoda. Penaeidae). *Springer*. 1-7.

Andriyanto, W., B. Slamet dan I. M. D. J. Ariawan. 2013. Perkembangan embrio dan rasio penetasan telur ikan kerapu raja sunu (*Plectropoma laevis*) pada suhu media berbeda. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. **5**(1): 192-203.

Ardhardiansyah, U. Subhan dan A. Yustiati. 2017. Embriogenesis dan karakteristik larva persilangan ikan patin siam (*Pangasius hypophthalmus*) jantan dengan ikan baung (*Hemibagrus nemurus*) betina. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. **8**(2): 17-27.

Boyd, C. E. and V. K. Pillai. 1984. Water Quality Management in Aquaculture. Central Marine Fisheries Research Institute (CMFRI) no 2. *Indian Council of Agriculture Research*. 105 pp.

Budiharjo, A. 2002. Seleksi dan potensi budidaya jenis-jenis ikan wader dari genus Rasbora. Biodiversitas. **3**(2): 225-230.

Daryanto, M. S., O. Carman, D. T. Soelistyowati dan Rahman. 2019. Penentuan tingkat ploidi pada poliploid patin siam *Pangasiaodon hyphthalmus* Sauvage, 1878 hasil manipulasi genetic berdasarkan jumlah nukleolus per sel. *Jurnal Ikhtiologi Indonesia*. **19**(1): 43-52.

Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air. Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Kanisius. Yogyakarta. 258 hlm.

Egna, H. S. dan C. E. Boyd. 1997. Dynamics of Pond Aquaculture. CRC Press. New York. 480 p.

Fitria, S., Y. Sistina dan I. Sulistyo. 2013. Poliploidisasi ikan nilem (*Osteochilus hasselti* Valenciennes. 1842) dengan kejut suhu dingin 4°C. *Seminar Nasional X Pendidikan Biologi FKIP UNS*. 1-11.

Fried, G. H. dan G. J. Hademenos. 2006. Schaum's Outlines Biologi Edisi Kedua. Erlangga. Jakarta. 387 hlm.

Ghufron, E. I. Raharjo dan E. Pratisto. 2018. Pengaruh kejut suhu panas terhadap waktu penetasan. daya tetas telur. abnormalitas dan kelangsungan hidup larva ikan tengadak (*Barbonymus schwanenfeldii*). *Jurnal Ruaya*. **6**(2):21-29.

Gusrina, 2018. Genetika dan Reproduksi Ikan. Deepublish. Yogyakarta. 254 hlm.

Hassan, A.. V. T. Okomoda and M. N. Nurhayati. 2018. Embryonic development of diploid and triploid eggs of *Clarias gariepinus* (Burchell. 1822). *Caryologia*. 1-8.

Hedianto, D. A., K. Purnomo dan A. Warsa. 2013. Interaksi pemanfaatan pakan alami oleh komunitas ikan di waduk Penjalin. Jawa Tengah. *BAWAL*. **5**(1): 33-40.

Hutagalung, J., H. Alawi dan S. Sukendi. 2017. Pengaruh suhu dan oksigen terhadap penetasan telur dan kelulushidupan awal larva ikan Pawas (*Osteochilus hasselti* C.V). *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau*. **3**(2):1-13.

Iswahyudi, Marsoedi and M. S. Widodo. 2014. Development of spotted barb (*Puntius binotatus*) eggs. *Journal of Life Science and Biomedicine*. **4**(1): 53-56.

Jenkins, A., F.F. Kullander and H.H. Tan. 2015. *Barbodes binotatus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T169538A70031333. http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.20151.RLTS.T169538A70031333.en.

Jusmaldi dan N. Hariani. 2018. Hubungan panjang bobot dan faktor kondisi ikan wader bintik dua *Barbodes binotatus* (Valenciennes. 1842) di Sungai Barambai Samarinda Kalimantan Timur. *Jurnal Ikhtiologi Indonesia*. **18**(2): 87-101.

Kadi, A. 2007. Manipulasi poliploidi untuk memperoleh jenis baru yang unggul. *Oseana*. **32**(4): 1-11.

Karimah, U., I. Samidjan dan Pinandoyo. 2018. Performa pertumbuhan dan kelulushidupan ikan nila gidt (*Oreochromis niloticus*) yang diberi jumlah pakan berbeda. *Journal of Aquaculture Management and Technology*. **7**(1):128-135.

Marks, D. B., A. D. Marks dan C. M. Smith. 2000. Biokimia Kedokteran Dasar. ECG. Jakarta. 770 hlm.

Morton. R. F., J. R. Hebel dan R. J. McCarter. 2001. Panduan Studi Epidemiologi dan Biostatistika Edisi 5. EGC. Jakarta. 191 hlm.

Mukti, A.T. 2005. Perbedaan keberhasilan persentase poliploidisasi ikan mas (*Cyprinus carpio* Linn.) melalui kejutan panas. *Berkas Penelitian Hayati.* **10**: 133-138.

Mukti. A. T., Rustidja, M. S. Djati dan S. Sumitro. 2001. Poliploidisasi ikan mas (*Cyprinus carpio* L.). *Biosain*. **1**(1): 111-123.

Munro, A. D,. A. P. Scott and T. J. Lam. 1990. Reproductive Seasonality in Teleosts: Enviromental Influences. CRC Press. 264 hlm.

Olele, N. F. and O. H. Tighiri. 2013. Optimization of triploidy induction and growth performance of *Clarias anguillarias* (African Catfish) using cold shock. *Academic Journal of Interdisciplinary Studies*. **2**(7): 189-196.

Pandian, T. J. 2012. Sex Determination in Fish. CRC Press. Boca Raton.

Philips, R. B., K. D. Zajicek, P. E. Ihssen and D. Johnson. 1986. Application of silver staining to identification of triploid fish cells. *Aquaculture*. **54**(4): 313-319.

Pratisto. A. 2004. Cara Mudah Mengatasi Masalah Statistik dan Rancangan Percobaan dengan SPSS 12. Elex Media Komputindo. Jakarta. 283 hlm.

Rustidja. 2004. Analisa jumlah kromosom ikan mas koki (*Carrasius auratus*) tetraploid yang dihasilkan dengan metode kejutan panas. *Jurnal Perikanan UGM*. **6**(1): 1-8.

Shaw, P. J. 2005. The Nucleolus. Research Gate. 1-11. : https://www.researchgate.net/publication/235920328

Sinaga, E. L. S., A. Muhtadi dan D. Bakti. 2016. Profil suhu, oksigen terlarut dan pH secara vertikal selama 24 jam di danau Kelapa Gading kabupaten Asahan Sumatera Utara. Omni-Akuatika. 12(2): 114-124.

Situmorang, T. S., T. A. Barus dan H. Wahyuningsih. 2013. Studi komparasi jenis makanan ikan keperas (*Puntius binotatus*) di sungai Aek Pahu Tombak. Aek Pahu Hutamosu. dan sungai Parbotikan kecamatan Batang Toru Tapanuli Selatan. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. **18**(2): 48-58.

Sukmono, T. dan M. Margaretha. 2017. Ikan Air Tawar di Ekosistem Bukit Tigapuluh. Yayasan Konservasi Ekosistem Hutan Sumatera & Frankfurt Zoological Society. Jambi. 104 hlm.

Utami, K. P., S. Hastuti dan R. A. Nugroho. 2018. Pengaruh kepadatan yang berbeda terhadap efisiensi pemanfaatan pakan, pertumbuhan dan kelulushidupan ikan tawes (*Puntius javanicus*) pada sistem resirkulasi. *Jurnal Sains Akuakultur Tropis*. **2**(2):53-63.

Veranita, D. 1999. Kariotipe empat spesies ikan famili Cyprinidae (*Puntius tetrazona*, P. *binotatus*, P. *javanicus* dan *Rasbora lateristiata*). Laporan Penelitian. Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati (SITH) – ITB.

Vitri, D. K., D. I. Roesma dan Syaifullah. 2012. Analisis morfologi ikan *Puntius binotatus* Valenciennes 1842 (Pisces: Cyprinidae) dari beberapa lokasi di Sumatera Barat. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*. **1**(2): 139-143.

Weber, M. and L. F. De Beaufort. 1916. The Fishes of the Indo-Australian Archipleago III. Brill Archive. 448 hlm.

Wicaksono, Y. 2006. Aplikasi Excel dalam Menganalisis Data. Elex Media Komputindo. Jakarta. 191 hlm.

Zulhardi, Z., Z. A. Muchlisin dan S. Purnawan. 2016. Pengaruh umur zigot pada saat kejut panas terhadap keberhasilan ginogenesis ikan seurukan (*Osteochilus vittatus*). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Perikanan Unsyiah*. **1**(3):291-2917.

repository.ub.ac.id

GLOSARIUM

A

Abnormalitas : sesuatu yang menyimpang dari normal atau berbeda dari yang khas. adalah perilaku karakteristik yang ditentukan secara subyektif. diberikan untuk mereka yang memliki kondisi langka

Adhesif : telur bersifat lengket sehingga akan mudah menempel pada daun. akar tanaman. sampah. dan sebagainya

Androgenesis : proses terbentuknya embrio darigamet jantan tanpa kontrubusi genetis dari gamet betina

C

Chopping : pencacahan jaringan pada preparasi nukleolus untuk membentuk suspensi sel

Cleavage : proses pembelahan sel paling awal dan teratur setelah fertilisasi

D

Detritus : hasil dari penguraian sampah atau tumbuhan dan binatang yang telah mati

Diploid : sebutan untuk sel atau individu yang memiliki sel dengan dua set genom

Disosiasi : proses ketika senyawa ionik (kompleks atau garam) terpisah menjadi partikel. ion. atau radikal yang lebih kecil

Dorsal : bagian sirip yang terletak pada punggung

E

Embrio : organisme pada tahap awal perkembangan yang tidak dapat bertahan hidup sendiri

F

Fertil : individu yang mampu menghasilkan sel gamet

Fiksasi : suatu metode untuk melekatkan sel pada gelas objek tanpa merusak struktur selnya

G

Gastrula : awal embrio multiseluler yang terdiri dari dua atau lebih lapisan sel germinal yang merupakan asal dari berbagai

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

organ nantinya

Genom : keseluruhan informasi genetik yang dimiliki suatu sel atau organisme

Ginogenesis : proses terbentuknya zigot dari gamet betina tanpa kontribusi dari gamet jantan

Gonad : kelenjar endokrin yang menghasilkan gamet (sel germinal) dari suatu organisme

H

Herbivora : hewan pemakan tumbuhan

K

Kromosom : benang-benang halus yang tersusun dari asam nukleat. seperti DNA dan RNA

M

Meiosis : suatu proses terjadinya pembelahan sel pada sel-sel kelamin dari organisme-organisme yang melakukan proses reproduksi dengan cara generatif ataupun seksual

Mikrofil : lubang kecil tempat masuknya inti sel sperma

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

Morula : fase perkembangan embrio dimana terbentuk suatu bentukan sel sperti bola (bulat) akibat pembelahan sel terus menerus.

N

Nukleus : Organel utama dalam sel yang berperan dalam reproduksi selular

Nukleolus : Badan padat yang mengandung subunit-subunit untuk ribosom

O

Oosit : sebuah sel dalam ovarium yang mengalami meiosis untuk membentuk ovum

Organogenesis: : proses pembentukan organ atau alat tubuh

P

Pektoral : sirip yang terletak di posterior operculum atau pada pertengahan tinggi pada kedua sisi tubuh ikan

Pentaploid : organisme yang memiliki set kromosom 5n dalam tubuhnya

Perivitelin : rongga yang terdapat diantara ovum dan membran fertilisasi

Poliploidi : kondisi pada suatu organisme yang memiliki set kromosom (genom) lebih dari sepasang

Poliploidisasi : usaha-usaha yang dilakukan orang untuk menghasilkan organisme poliploid

Polyspermy : suatu peristiwa masuknya lebih dari 1 sperma ke dalam sel telur ketika fertilisasi

S

Steril : individu yang tidak mampu menghasilkan sel gamet

Striping : pengambilan sel sperma dan sel telur dengan cara pengurutan

T

Terminal : tipe mulut yang terletak di ujung depan kepala ikan

Tetraploid : organisme yang memiliki set kromosom 4n dalam tubuhnya

Tetraploidisasi : manipulasi kromosom pada ikan yang memiliki jumlah kromosom 2n (diploid) menjadi ikan dengan jumlah kromosom 4n (tetraploid)

Triploid : organisme yang memiliki set kromosom 3n dalam tubuhnya

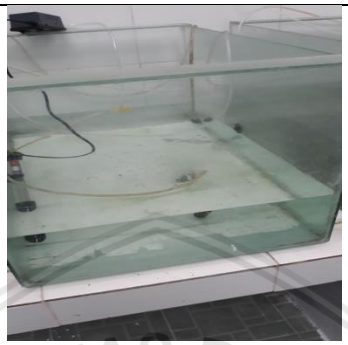
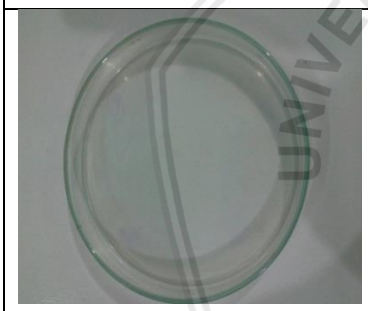
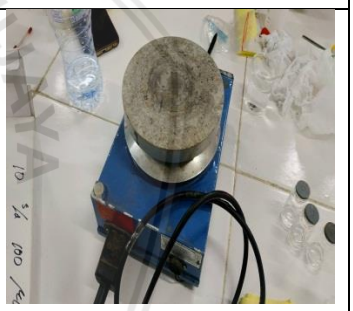
Triploidisasi : manipulasi kromosom pada ikan yang memiliki jumlah kromosom 2n (diploid) menjadi ikan dengan jumlah kromosom 3n (triploid)

repository.ub.ac.id

LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Alat dan Bahan

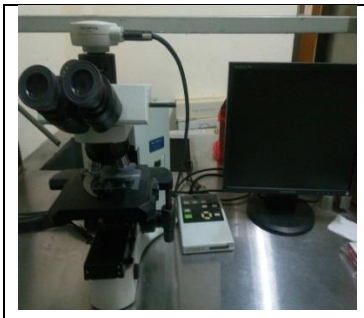
A. Alat

		
Saringan Teh	Akuarium Inkubator	Mortal dan Alu
		
Petri dish	Mikropipet 1000µL	*Hot Plate*
Blue tip	Gelas Ukur	Mangkok Melamin

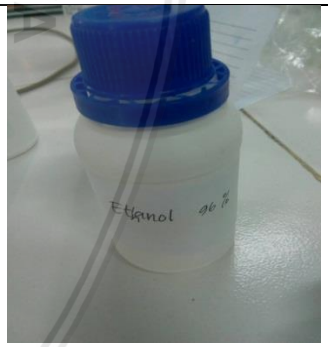
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Kabel roll	*Thermostat*	Botol vial
Heater	*Spuit*	Pipet tetes
Mikroskop binokuler	Mangkok Plastik	*Handtally counter*
Timbangan Analitik	Mikropipet 100µL	*Yellow tip*

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

		
Mikroskop Olympus BX41	*Staining box*	*Sectio set*
pH pen	DO meter	Lap

B. Bahan

		
Perak Nitrat	KCL 0.56%	Ethanol 96%
Buffer Phosphat	NaCl Fisiologis	Ovaprim

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Akuades	Bulu Ayam	Asam Asetat
Tisu	Asam Formit	Telur Ikan Wader Cakul
Pakan	Induk Jantan	Induk Betina

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Lampiran 2. Data Perhitungan dan Analisa Perhitungan Ikan Wader Cakul Tetraploid

Perlakuan	Jumlah Individu Tetraploid	Jumlah Sampel	Persentase (%)	Rata-rata (%)
A1	19	64	29,69	27,89
A2	15	61	24,59	
A3	20	66	30,30	
A4	17	63	26,98	
B1	2	4	50,00	45,71
B2	2	5	40,00	
B3	3	7	42,86	
B4	4	8	50,00	
C1	5	15	33,33	36,47
C2	6	18	33,33	
C3	6	14	42,86	
C4	4	11	36,36	
K1	0	152	0,00	0,00
K2	0	168	0,00	
K3	0	158	0,00	
K4	0	162	0,00	

Keterangan:
A: Kejutan Suhu 4°C pada umur embrio 4 menit
B: Kejutan Suhu 4°C pada umur embrio 4 menit 30 detik
C: Kejutan Suhu 4°C pada umur embrio 5 menit
K: Tanpa Kejutan Suhu 4°C

Analisa Data Jumlah Ikan Wader Cakul Tetraploid

Perlakuan	Ulangan (%)				Total	Rata-rata(%)
	1	2	3	4		
A	29,69	24,59	30,30	26,98	111,56	27,89
B	50,00	40,00	42,86	50,00	182,86	45,71
C	33,33	33,33	42,86	36,36	145,89	36,47
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total					440,31	27,52

Perhitungan:

Faktor Koreksi $= \frac{(\Sigma Y)^2}{n \times r}$

$= \frac{440{,}31^2}{4 \times 4}$

$= 12.117{,}02$

Jumlah Kuadrat Total (JKT) $= \Sigma Y_{ij}^2 - FK$

$= (A_1)^2 + (A_2)^2 + (A_3)^2 + (A_4)^2 \ldots + (K_4)^2 - FK$

$= (29.69)^2 + (24.59)^2 + (30.30)^2 + (26{,}98)^2 \ldots + (0)^2 - 12.117{,}02$

$= 4833{,}42$

Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP) $= \frac{(\Sigma Y)^2}{r} - FK$

$= \frac{(84.58)^2 + (132.86)^2 + (121.75)^2 + (0)^2}{4} - 12.117{,}02$

$= 4674{,}62$

Jumlah Kuadrat Acak (JKA) $= JKT - JKP$

$= 4833{,}42 - 4674{,}62$

= 158,80

Derajat Bebas Total (db total) = (n x r) – 1

= (4 x4) – 1

= 15

Derajat Bebas Perlakuan (db perlakuan) = n – 1

= 4-1

= 3

Derajat Bebas Acak (db acak) = n x (r - 1)

= 4 x (4 – 1)

= 12

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

= $\frac{4674,62}{3}$

= 1558,21

Kuadrat Tengah Acak (KTA) = $\frac{JK\ Acak}{db\ Acak}$

= $\frac{158,80}{12}$

= 13,23

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

= $\frac{1558,21}{13,23}$

= 117,75

Analisa Sidik Ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F5%	F1%
Perlakuan	3	4674,62	1558,21	117,75**	3,49	5,95
Acak	12	158,80	13,23			
Total	15	4833,42				

Keterangan : (**) = berbeda sangat nyata

Hasil perhitungan sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian kejut suhu 4°C dengan umur embrio yang berbeda terhadap keberhasilan tetraploidisasi ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) 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%. sehingga dapat dilanjutkan pada Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) yang bertujuan mengetahui perbedaan antar perlakuan.

Uji Beda Nyata Terkecil (BNT)

$$\text{SED} = \sqrt[2]{\frac{2 \times KT\ Acak}{r}}$$

$$= \sqrt[2]{\frac{2 \times 13{,}23}{4}}$$

$$= 0{,}9094$$

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

$$= 2{,}1788 \times 0{,}9094$$

$$= 1{,}9814$$

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

$$= 3{,}0545 \times 0{,}9094$$

$= 2{,}7779$

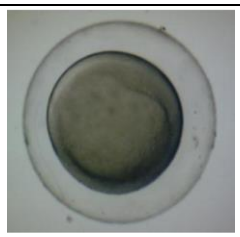
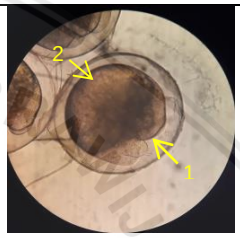
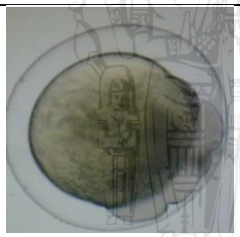
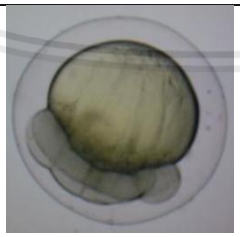
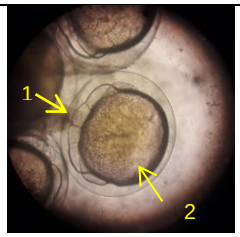
Uji BNT

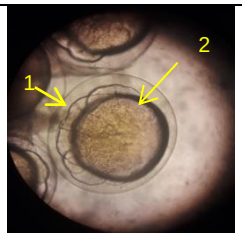
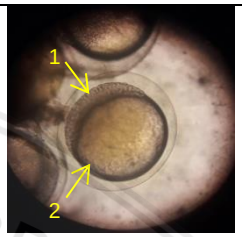
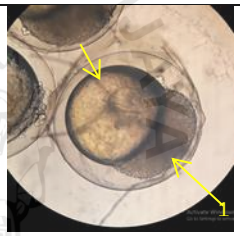
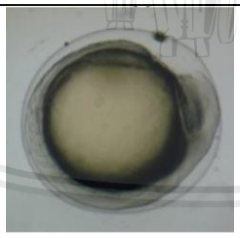
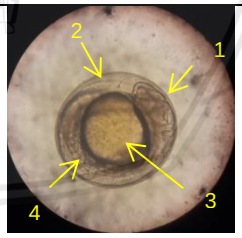
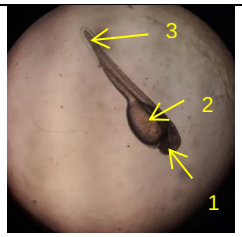
Perlakuan	Rata-rata	K	A	C	B	Notasi
		0,00	27,89	36,47	45,71	
K	0,00	-	-	-	-	a
A	27,89	27,89**	-	-	-	b
C	36,47	36,47**	8,58**	-	-	c
B	45,71	45,71**	17,82**	9,24**	-	d

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

Lampiran 3. Data Akumulasi Waktu Perkembangan Embrio Ikan Wader Cakul

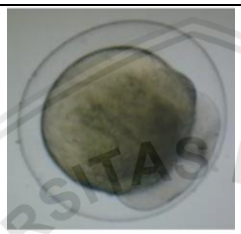
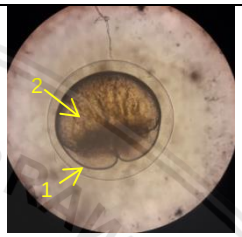
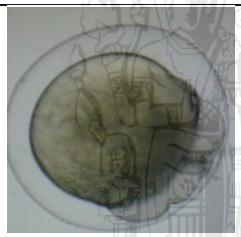
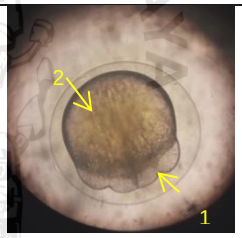
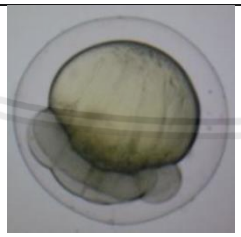
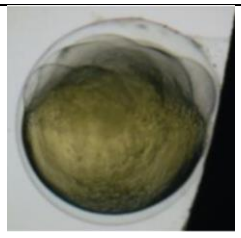
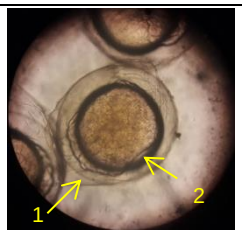
a. Perlakuan A

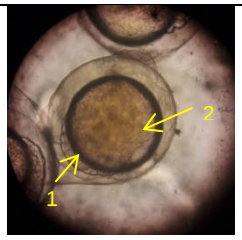
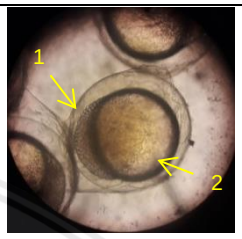
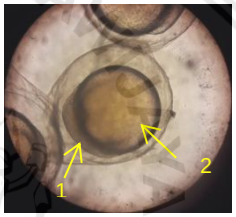
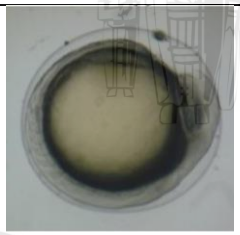
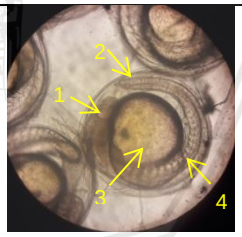
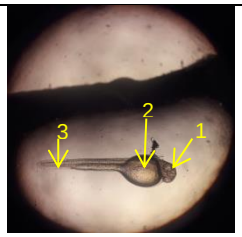
No.	Stadia	Literatur	Perlakuan	Keterangan
1	Zigot	 Menit ke-0	-	-
2	2 sel	Menit ke-60	 Menit ke-46	1. 2 blastomer 2. Kuning telur
3	4 sel	 Menit ke-75	Menit ke-61	1. 4 blastomer 2. Kuning telur
4	8 sel	 Menit ke-120	Menit ke-75	1. 8 blastomer 2. Kuning telur
5	16 sel			1. 16 blastomer 2. Kuning telur

		Menit ke-135	Menit ke-90	
6	32 sel/Morula	Menit ke-150	 Menit ke-125	1. 32 blastomer 2. Kuning telur
7	Blastula	Menit ke-300	 Menit ke-166	1. Blastosol 2. Kuning telur
8	Gastrula	Menit ke-420	 Menit ke-302	1. Blastoderm 2. Kuning telur
9	Organogenesis	 Menit ke-600	 Menit ke-600	1. Calon kepala 2. Calon ekor 3. Kuning telur 4. Somit
10	Larva	Menit ke-1.440	 Menit ke-1.020	1. Kepala 2. Kuning telur 3. Ekor

Diameter Telur = 1.045µm

b. Perlakuan B

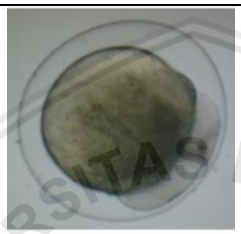
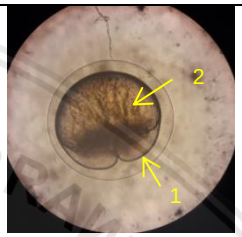
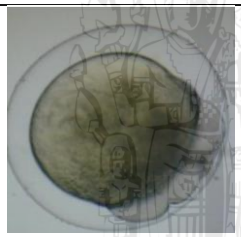
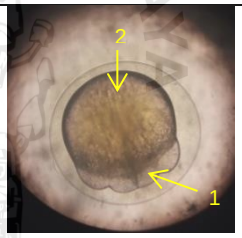
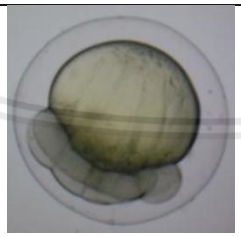
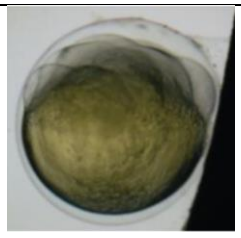
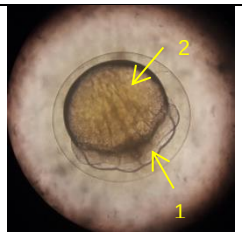
No.	Stadia	Literatur	Perlakuan	Keterangan
1	Zigot	Menit ke-0	-	-
2	2 sel	 Menit ke-60	 Menit ke-60	1.2 blastomer 2.Kuning telur
3	4 sel	 Menit ke-75	 Menit ke-75	1.4 blastomer 2.Kuning telur
4	8 sel	 Menit ke-120	Menit ke-90	1.8 blastomer 2.Kuning telur
5	16 sel	 Menit ke-135	 Menit ke-105	1.16 blastomer 2.Kuning telur

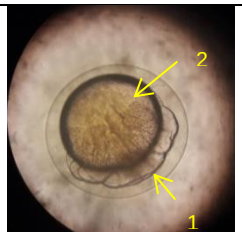
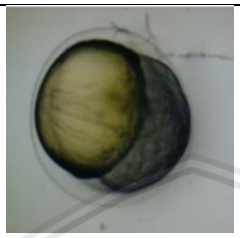
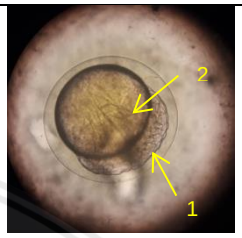
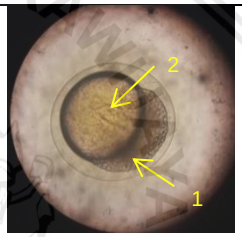
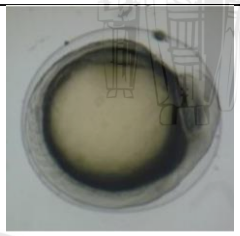
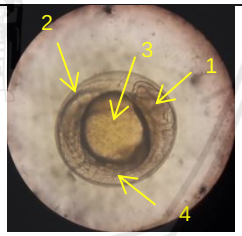
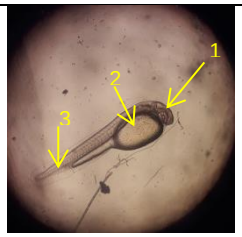
6	32 sel/Morula	Menit ke-150	 Menit ke-120	1.32 blastomer 2.Kuning telur
7	Blastula	Menit ke-300	 Menit ke-152	1.Blastosol 2.Kuning telur
8	Gastrula	Menit ke-420	 Menit ke-300	1.Blastoderm 2.Kuning telur
9	Organogenesis	 Menit ke-600	 Menit ke-540	1.Calon kepala 2.Calon ekor 3.Kuning telur 4.Somit
10	Larva	Menit ke-1.440	 Menit ke-1.022	1.Kepala 2.Kuning telur 3.Ekor

Diameter Telur = 1.045µm

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

c. Perlakuan C

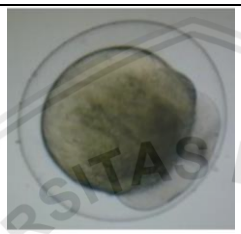
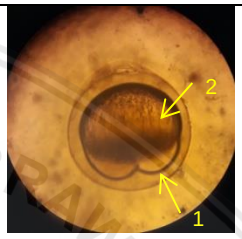
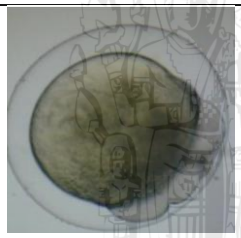
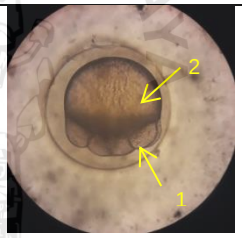
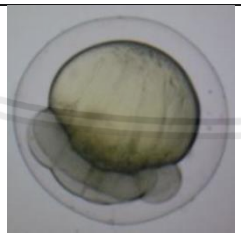
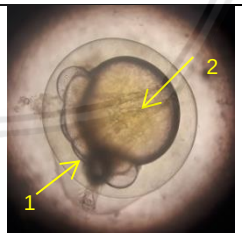
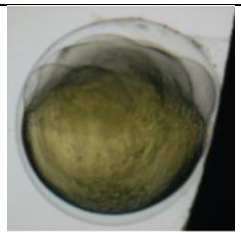
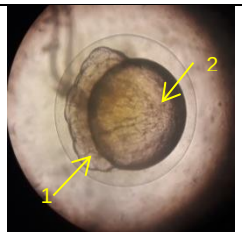
No.	Stadia	Literatur	Perlakuan	Keterangan
1	Zigot	Menit ke-0	-	-
2	2 sel	 Menit ke-60	 Menit ke-45	1.2 blastomer 2.Kuning telur
3	4 sel	 Menit ke-75	 Menit ke-56	1.4 blastomer 2.Kuning telur
4	8 sel	 Menit ke-120	Menit ke-65	1.8 blastomer 2.Kuning telur
5	16 sel	 Menit ke-135	 Menit ke-75	1.16 blastomer 2.Kuning telur

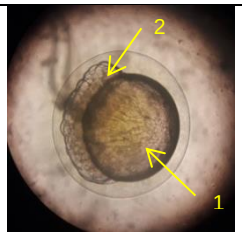
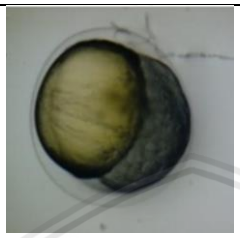
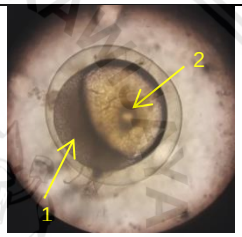
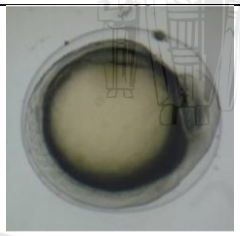
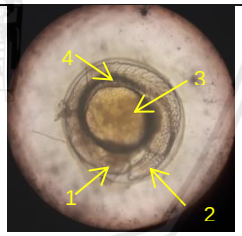
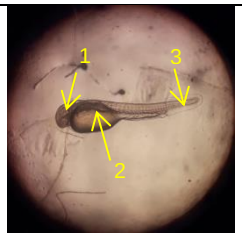
6	32 sel/Morula	Menit ke-150	 Menit ke-90	1.32 blastomer 2.Kuning telur
7	Blastula	 Menit ke-300	 Menit ke-120	1.Blastosol 2.Kuning telur
8	Gastrula	Menit ke-420	 Menit ke-300	1.Blastoderm 2.Kuning telur
9	Organogenesis	 Menit ke-600	 Menit ke-480	1.Calon kepala 2.Calon ekor 3.Kuning telur 4.Somit
10	Larva	Menit ke-1.440	 Menit ke-1.080	1.Kepala 2.Kuning telur 3.Ekor

Diameter Telur = 1.045µm

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

d. Kontrol

No.	Stadia	Literatur	Perlakuan	Keterangan
1	Zigot	Menit ke-0	-	-
2	2 sel	 Menit ke-60	 Menit ke-46	1.2 blastomer 2.Kuning telur
3	4 sel4	 Menit ke-75	 Menit ke-61	1.4 blastomer 2.Kuning telur
4	8 sel	 Menit ke-120	 Menit ke-75	1.8 blastomer 2.Kuning telur
5	16 sel	 Menit ke-135	 Menit ke-130	1.16 blastomer 2.Kuning telur

6	32 sel/Morula	Menit ke-150	 Menit ke-151	1.32 blastomer 2.Kuning telur
7	Blastula	 Menit ke-300	Menit ke-361	1.Blastosol 2.Kuning telur
8	Gastrula	Menit ke-420	 Menit ke-423	1.Blastoderm 2.Kuning telur
9	Organogenesis	 Menit ke-600	 Menit ke-542	1.Calon kepala 2.Calon ekor 3.Kuning telur 4.Somit
10	Larva	Menit ke-1.440	 Menit ke-1.980	1.Kepala 2.Kuning telur 3.Ekor

Diameter Telur = 1.045µm

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Lampiran 4. Data Perhitungan dan Analisa *Hatching Rate* Ikan Wader Cakul Tetraploid

Perlakuan	Telur yang Ditebar	Telur yang Menetas	Persentase (%)	Rata-rata (%)
A1	300	149	49,67	46,83
A2	300	135	45,00	
A3	300	146	48,67	
A4	300	132	44,00	
B1	300	28	9,33	9,92
B2	300	26	8,67	
B3	300	30	10,00	
B4	300	35	11,67	
C1	300	60	20,00	20,83
C2	300	67	22,33	
C3	300	64	21,33	
C4	300	59	19,67	
K1	300	247	82,33	85,00
K2	300	258	86,00	
K3	300	262	87,33	
K4	300	253	84,33	

Keterangan:
A: Kejutan Suhu 4°C pada umur embrio 4 menit
B: Kejutan Suhu 4°C pada umur embrio 4 menit 30 detik
C: Kejutan Suhu 4°C pada umur embrio 5 menit

Analisa Data Jumlah Ikan Wader Cakul Tetraploid

Perlakuan	Ulangan (%)				Total(%)	Rata-rata (%)
	1	2	3	4		
A	0,00	45,00	48,67	44,00	137,67	34,42
B	9,33	8,67	10,00	11,67	39,67	9,92
C	20,00	22,33	21,33	19,67	83,33	20,83
K	82,33	86,00	87,33	84,33	340,00	85,00
Total	111,67	162,00	167,33	159,67	600,67	37,54

Perhitungan:

Faktor Koreksi $= \frac{(\Sigma Y)^2}{n \times r}$

$= \frac{605{,}33^2}{4 \times 4}$

$= 26.433{,}34$

Jumlah Kuadrat Total (JKT) $= \Sigma Y_{ij}^2 - FK$

$= (A_1)^2 + (A_2)^2 + (A_3)^2 + (A_4)^2 \ldots + (K_4)^2 - FK$

$= (49{,}67)^2 + (45{,}00)^2 + (48{,}67)^2 + (44{,}00)^2 \ldots + (84{,}33)^2 - 26.433{,}34$

$= 13.415{,}88$

Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP) $= \frac{(\Sigma Y)^2}{r} - FK$

$= \frac{(46{,}83)^2 + (9{,}92)^2 + (20{,}83)^2 + (85{,}00)^2}{4} - 26.433{,}34$

$= 13.369{,}58$

Jumlah Kuadrat Acak (JKA) $=$ JKT-JKP

$= 13.415{,}88 - 13.369{,}58$

$= 46{,}31$

Derajat Bebas Total (db total) = $(n \times r) - 1$

= $(4 \times 4) - 1$

= 15

Derajat Bebas Perlakuan (db perlakuan) = $n - 1$

= $4-1$

= 3

Derajat Bebas Acak (db acak) = $n \times (r - 1)$

= $4 \times (4 - 1)$

= 12

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

= $\frac{13.369,58}{3}$

= $4.456,53$

Kuadrat Tengah Acak (KTA) = $\frac{JK\ Acak}{db\ Acak}$

= $\frac{46,31}{12}$

= $3,86$

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

= $\frac{4,456,53}{3,86}$

= $1.154,90$

Analisa Sidik Ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F5%	F1%
Perlakuan	3	13217,47	4405,82	32,74**	3,49	5,95
Acak	12	1614,94	134,58			
Total	15	14832,42				

Keterangan : (**) = berbeda sangat nyata

Hasil perhitungan sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian kejut suhu 4°C dengan umur embrio yang berbeda terhadap *hatching rate* ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) 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%. sehingga dapat dilanjutkan pada Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) yang bertujuan mengetahui perbedaan antar perlakuan.

Uji Beda Nyata Terkecil (BNT)

$$\text{SED} = \sqrt[2]{\frac{2 \times KT\ Acak}{r}}$$

$$= \sqrt[2]{\frac{2 \times 46{,}31}{4}}$$

$$= 0{,}4910$$

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

$$= 2{,}1788 \times 0{,}4910$$

$$= 1{,}07$$

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

$$= 3{,}0545 \times 0{,}4910$$

$$= 1{,}5$$

Uji BNT

Perlakuan	Rata-rata	B	C	A	K	Notasi
	(%)	9,92	20,83	46,83	85,00	
B	9,92	-	-	-	-	a
C	20,83	10,92**	-	-	-	b
A	46,83	36,92**	26,00**	-	-	c
K	85,00	75,08**	64,17**	38,17**	-	d

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

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Lampiran 5. Data Perhitungan dan Analisa Abnormalitas Ikan Wader Cakul Tetraploid

Perlakuan	Jumlah Larva Abnormal	Jumlah Larva Total	Persentase (%)	Rata-rata (%)
A1	1	78	1,28	2,41
A2	2	71	2,82	
A3	2	76	2,63	
A4	2	69	2,90	
B1	2	18	11,11	12,10
B2	2	16	12,50	
B3	2	17	11,76	
B4	3	23	13,04	
C1	4	40	10,00	8,41
C2	5	44	11,36	
C3	4	45	8,89	
C4	2	59	3,39	
K1	0	213	0,00	0,00
K2	0	220	0,00	
K3	0	210	0,00	
K4	0	208	0,00	

Keterangan:
A: Kejutan Suhu 4°C pada umur embrio 4 menit
B: Kejutan Suhu 4°C pada umur embrio 4 menit 30 detik
C: Kejutan Suhu 4°C pada umur embrio 5 menit

Analisa Data Abnormalitas Ikan Wader Cakul Tetraploid

Perlakuan	Ulangan (%)				Total (%)	Rata-rata (%)
	1	2	3	4		
A	1,28	2,82	2,63	2,90	9,63	2,41
B	11,11	12,50	11,76	13,04	48,42	12,10
C	10,00	11,36	8,89	3,39	33,64	8,41
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total (%)					91,69	22,92

Perhitungan:

Faktor Koreksi $= \frac{(\Sigma Y)^2}{n \times r}$

$= \frac{91{,}69^2}{4 \times 4}$

$= 525{,}45$

Jumlah Kuadrat Total (JKT) $= \Sigma Y_{ij}^2 - FK$

$= (A_1)^2 + (A_2)^2 + (A_3)^2 + (A_4)^2 \ldots + (K_4)^2 - FK$

$= (1{,}28)^2 + (2{,}82)^2 + (2{,}63)^2 + (2{,}90)^2 \ldots + (0)^2 - 525{,}45$

$= 407{,}34$

Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP) $= \frac{(\Sigma Y)^2}{r} - FK$

$= \frac{(9{,}63)^2 + (48{,}42)^2 + (33{,}64)^2 + (0)^2}{4} - 525{,}45$

$= 366{,}79$

Jumlah Kuadrat Acak (JKA) $=$ JKT-JKP

$= 407{,}34 - 366{,}79$

$= 40{,}55$

Derajat Bebas Total (db total) = $(n \times r) - 1$

= $(4 \times 4) - 1$

= 15

Derajat Bebas Perlakuan (db perlakuan) = $n - 1$

= $4-1$

= 3

Derajat Bebas Acak (db acak) = $n \times (r - 1)$

= $4 \times (4 - 1)$

= 12

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

= $\frac{366,79}{3}$

= $122,26$

Kuadrat Tengah Acak (KTA) = $\frac{JK\ Acak}{db\ Acak}$

= $\frac{40,55}{12}$

= $3,38$

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

= $\frac{122,26}{3,38}$

= $36,18$

Analisa Sidik Ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F5%	F1%
Perlakuan	3	366,79	122,26	36,18**	3,49	5,95
Acak	12	40,55	3,38			
Total	15	407,34				

Keterangan : (**) = berbeda sangat nyata

Hasil perhitungan sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian kejut suhu 4°C dengan umur embrio yang berbeda terhadap abnormalitas ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) 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%. sehingga dapat dilanjutkan pada Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) yang bertujuan mengetahui perbedaan antar perlakuan.

Uji Beda Nyata Terkecil (BNT)

$$\text{SED} = \sqrt[2]{\frac{2 \times KT\ Acak}{r}}$$

$$= \sqrt[2]{\frac{2 \times 3{,}38}{4}}$$

$$= 0{,}4596$$

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

$$= 2{,}1788 \times 0{,}4596$$

$$= 1{,}0012$$

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

$$= 3{,}0545 \times 0{,}4596$$

$= 1{,}4037$

Uji BNT

Perlakuan	Rata-rata	K	A	C	B	Notasi
	(%)	0,00	9,63	33,64	48,42	
K	0,00	-	-	-	-	a
A	9,63	9,63**	-	-	-	b
C	33,64	33,64**	24,01**	-	-	c
B	48,42	48,42**	38,79**	14,78**	-	d

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

Lampiran 6. Data Perhitungan dan Analisa *Survival Rate* Ikan Wader Cakul Tetraploid

Perlakuan	Jumlah Larva Akhir (ekor)	Jumlah Larva Tebar (ekor)	Persentase (%)	Rata-rata (%)
A1	64	149	42,95	45,27
A2	61	135	45,19	
A3	66	146	45,21	
A4	63	132	47,73	
B1	4	28	14,29	19,93
B2	5	26	19,23	
B3	7	30	23,33	
B4	8	35	22,86	
C1	15	60	25,00	23,10
C2	18	67	26,87	
C3	14	64	21,88	
C4	11	59	18,64	
K1	152	247	61,54	62,75
K2	168	258	65,12	
K3	158	262	60,31	
K4	162	253	64,03	

Keterangan:
A: Kejutan Suhu 4°C pada umur embrio 4 menit
B: Kejutan Suhu 4°C pada umur embrio 4 menit 30 detik
C: Kejutan Suhu 4°C pada umur embrio 5 menit

Analisa Data *Survival Rate* Ikan Wader Cakul Tetraploid

Perlakuan	Ulangan (%)				Total (%)	Rata-rata(%)
	1	2	3	4		
A	42,95	45,19	45,21	47,73	181,07	45,27
B	14,29	19,23	23,33	22,86	79,71	19,93
C	25,00	26,87	21,88	18,64	92,38	23,10
K	61,54	65,12	60,31	64,03	250,99	62,75
Total (%)					604,15	37,76

Perhitungan:

Faktor Koreksi $= \frac{(\Sigma Y)^2}{n \times r}$

$= \frac{604{,}15^2}{4 \times 4}$

$= 22.812{,}66$

Jumlah Kuadrat Total (JKT) $= \Sigma Y_{ij}^2 - FK$

$= (A_1)^2 + (A_2)^2 + (A_3)^2 + (A_4)^2 \ldots + (K_4)^2 - FK$

$= (42{,}95)^2 + (45{,}19)^2 + (45{,}21)^2 + (47{,}73)^2 \ldots + (64{,}03)^2 - 22.812{,}66$

$= 4973{,}01$

Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP) $= \frac{(\Sigma Y)^2}{r} - FK$

$= \frac{(181{,}07)^2 + (79{,}71)^2 + (92{,}38)^2 + (250{,}99)^2}{4} - 12.117{,}02$

$= 4855{,}26$

Jumlah Kuadrat Acak (JKA) $= JKT - JKP$

$= 4.973{,}01 - 4.855{,}26$

= 117,75

Derajat Bebas Total (db total) = (n x r) – 1

= (4 x4) – 1

= 15

Derajat Bebas Perlakuan (db perlakuan) = n – 1

= 4-1

= 3

Derajat Bebas Acak (db acak) = n x (r - 1)

= 4 x (4 – 1)

= 12

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

= $\frac{4.855,26}{3}$

= 1.618,42

Kuadrat Tengah Acak (KTA) = $\frac{JK\ Acak}{db\ Acak}$

= $\frac{117,75}{12}$

= 9,81

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

= $\frac{1.618,42}{9,81}$

= 164,94

Analisa Sidik Ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F5%	F1%
Perlakuan	3	4855,26	1618,42	164,94**	3,49	5,95
Acak	12	117,75	9,81			
Total	15	4973,01				

Keterangan : (**) = berbeda sangat nyata

Hasil perhitungan sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian kejut suhu 4°C dengan umur embrio yang berbeda terhadap *survival rate* ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) 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%. sehingga dapat dilanjutkan pada Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) yang bertujuan mengetahui perbedaan antar perlakuan.

Uji Beda Nyata Terkecil (BNT)

$$\text{SED} = \sqrt[2]{\frac{2 \times KT\ Acak}{r}}$$

$$= \sqrt[2]{\frac{2 \times 9{,}81}{4}}$$

$$= 0{,}7831$$

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

$$= 2{,}1788 \times 0{,}7831$$

$$= 1{,}7062$$

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

$$= 3{,}0545 \times 0{,}7831$$

$$= 2{,}3920$$

Uji BNT

Perlakuan	Rata-rata	B	C	A	K	Notasi
	(%)	19,93	23,10	45,27	62,75	
B	19,93	-	-	-	-	a
C	23,10	3,17**	-	-	-	b
A	45,27	25,34**	22,17**	-	-	c
K	62,75	42,82**	39,65**	17,48**	-	d

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

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Lampiran 7. Data Perhitungan dan Analisa *Specific Growth Rate* Ikan Wader Cakul Tetraploid

Perlakuan	Berat Awal (gr)	Berat Akhir (gr)	Persentase (%)	Rata-rata (%)
A1	0,00068	0,00563	15,10	14,82
A2	0,00069	0,00529	14,55	
A3	0,00068	0,00538	14,77	
A4	0,00067	0,00535	14,84	
B1	0,00068	0,0068	16,45	16,46
B2	0,00068	0,00665	16,29	
B3	0,00068	0,00691	16,56	
B4	0,00069	0,00701	16,56	
C1	0,00069	0,0076	17,14	17,06
C2	0,00068	0,0076	17,24	
C3	0,00073	0,00757	16,71	
C4	0,0007	0,00772	17,15	
K1	0,00067	0,00495	14,28	14,13
K2	0,00064	0,0046	14,09	
K3	0,00067	0,00475	13,99	
K4	0,00063	0,00458	14,17	

Keterangan:
A: Kejutan Suhu 4°C pada umur embrio 4 menit
B: Kejutan Suhu 4°C pada umur embrio 4 menit 30 detik
C: Kejutan Suhu 4°C pada umur embrio 5 menit

Analisa Data *Survival Rate* Ikan Wader Cakul Tetraploid

Perlakuan	Rata-rata %gr/hari	C	B	A	K	Notasi
		17,06	16,46	14,82	14,13	
C	17,06	-	-	-	-	a
B	16,46	0,59**	-	-	-	b
A	14,82	2,24**	1,65**	-	-	c
K	14,13	2,92**	2,33**	0,68**	-	d

Perhitungan:

Faktor Koreksi $= \frac{(\Sigma Y)^2}{n \times r}$

$= \frac{249{,}88^2}{4 \times 4}$

$= 3.902{,}56$

Jumlah Kuadrat Total (JKT) $= \Sigma Y_{ij}^2 - FK$

$= (A_1)^2 + (A_2)^2 + (A_3)^2 + (A_4)^2 \ldots + (K_4)^2 - FK$

$= (15{,}10)^2 + (14{,}55)^2 + (14{,}77)^2 + (14{,}84)^2 \ldots + (14{,}17)^2 - 3.902{,}56$

$= 22{,}97$

Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP) $= \frac{(\Sigma Y)^2}{r} - FK$

$= \frac{(59{,}26)^2 + (65{,}86)^2 + (68{,}23)^2 + (56{,}53)^2}{4} - 3.902{,}56$

$= 22{,}55$

Jumlah Kuadrat Acak (JKA) $= JKT - JKP$

$= 22{,}97 - 22{,}55$

= 0,42

Derajat Bebas Total (db total) = (n x r) – 1

= (4 x4) – 1

= 15

Derajat Bebas Perlakuan (db perlakuan) = n – 1

= 4-1

= 3

Derajat Bebas Acak (db acak) = n x (r - 1)

= 4 x (4 – 1)

= 12

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

= $\frac{22,55}{3}$

= 7,52

Kuadrat Tengah Acak (KTA) = $\frac{JK\ Acak}{db\ Acak}$

= $\frac{0,42}{12}$

= 0,04

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

= $\frac{7,52}{0,04}$

= 214,02

Analisa Sidik Ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F5%	F1%
Perlakuan	3	22,55	7,52	214,02**	3,49	5,95
Acak	12	0,42	0,04			
Total	15	22,97				

Keterangan : (*) = berbeda nyata

Hasil perhitungan sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian kejut suhu 4°C dengan umur embrio yang berbeda terhadap *survival rate* ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) menghasilkan pengaruh berbeda nyata. Hal ini dapat diketahui dari hasil perhitungan F hitung yang memiliki nilai lebih besar dibandingkan dengan nilai F5% dan lebih kecil dibandingkan F1%. sehingga dapat dilanjutkan pada Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) yang bertujuan mengetahui perbedaan antar perlakuan.

Uji Beda Nyata Terkecil (BNT)

$$\text{SED} = \sqrt[2]{\frac{2 \times KT\ Acak}{r}}$$

$$= \sqrt[2]{\frac{2 \times 0{,}04}{4}}$$

$$= 0{,}0663$$

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

$$= 2{,}1788 \times 0{,}0663$$

$$= 0{,}1444$$

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

$$= 3{,}0545 \times 0{,}0663$$

$$= 0{,}2024$$

Uji BNT

Perlakuan	Rata-rata %gr/hari	K 14,13	B 14,82	A 16,46	C 17,06	Notasi
K	14,13	-	-	-	-	a
A	14,82	0,68**	-	-	-	b
B	16,46	2,33**	1,65**	-	-	c
C	17,06	2,92**	2,24**	0,59**	-	d

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

Lampiran 8. Data Pengukuran Kualitas Air

a. Suhu (°C)

Tanggal	A1		A2		A3		A4		B1		B2		B3		B4		C1		C2		C3		C4		K1		K2		K3		K4	
	Pagi	Siang	Pagi	Siang	Pagi	Siang	Pagi	Siang	Pagi	Siang	Pagi	Siang	Pagi	Siang	Pagi	Siang	Pagi	Siang	Pagi	Siang	Pagi	Siang	Pagi	Siang	Pagi	Siang	Pagi	Siang	Pagi	Siang	Pagi	Siang
20-Apr-19	28	28,5	28,5	28,5	28,5	28,6	28,5	28,5	29,1	29,4	28,4	28,5	28	29,3	28,5	28,5	28,9	28,5	28,5	28,9	28	28,7	28	29,3	29,1	29,4	28,4	28,9	28,9	29,4	28	29,3
21-Apr-19	28,9	29,3	28,9	28,6	28	28,9	28,9	28,6	28,5	28,9	28,6	29,1	28,9	28,5	28,6	28,9	28,9	28,9	28,4	28	28,9	28,4	28,9	28,4	28,5	28,9	28,6	29,3	28,4	28,9	28,9	28,5
22-Apr-19	28,5	28,4	28,5	29,1	28,6	28	28,5	29,1	28	28,9	28,5	28,3	28,7	29,1	29,1	29,1	28,9	29,3	28,5	28,9	28,7	28,5	28,7	29,1	28,4	28,6	28	28,5	28,6	28	28,7	29,1
23-Apr-19	28,5	28,6	29,1	29,4	29,1	28,9	29,1	29,4	28,3	28	28,5	28,5	29,1	28,6	29,4	29,4	28,9	28,4	28,6	28,6	29,1	28,6	29,4	28,6	29,1	28,9	29,1	28,6	28,9	28,6	29,1	28,6
24-Apr-19	29,1	28	28,6	28,3	28,5	28,5	28,6	28,3	28,7	28,6	28,5	28,4	28,6	28,6	28,6	28,3	28,5	28,9	28	28,5	28,9	28	28,9	28,6	28,6	28,9	28,9	28,9	28,9	28,9	28,5	28,6
25-Apr-19	28,5	28,9	28	28,7	29,1	29,4	28	28,7	28,9	28,3	28,5	28,5	28,9	29,4	28	28,7	28,9	28,4	28,5	28	28,9	28,9	28,9	29,4	29,1	28,5	28	28,9	29,1	28,5	28,9	29,4	29,4
26-Apr-19	28	28,5	28	28,9	28,4	28,6	28	28,9	28	28,5	28	28,9	28,9	28,6	28	28,9	28	28,6	29,1	28,9	28,9	29,3	28,9	28,6	28,9	28,5	29,1	29,3	28	28,9	28,9	28,6	28,6
27-Apr-19	28,9	28,9	28,9	29,3	28,5	29,1	28,9	29,3	28,6	29,3	28,9	29,1	28,7	29,1	29,3	29,3	28,6	28	28,6	28,9	28,4	28,5	29,3	29,1	28	28,9	28,9	28,5	29,3	28,9	29,3	29,1
28-Apr-19	29,1	28,5	29,1	28,9	28	28,9	29,1	28,9	28,9	29,3	28,7	28,4	28,5	28,9	29,1	28,9	28,9	29,3	28,5	28,5	29,1	28,5	28,5	28,9	29,1	28,6	29,1	28,6	28,9	28,4	28,5	28,9
29-Apr-19	28,5	28,5	28,5	28,5	28,9	29,3	28,5	28,5	28,4	28,5	29,1	28,5	28,4	28,5	28,5	28,5	28,4	28,5	29,3	28,9	28,4	28,4	28,4	28,5	28,6	28	29,3	29,3	29,3	28,5	28,4	28,5
30-Apr-19	29,1	28	29,1	28,5	28,4	28,5	29,1	28,5	28,6	29,1	29,4	28,9	28,6	29,1	29,1	28,5	28,6	29,1	28,9	29,3	28,5	28,5	28,6	29,1	29,1	28,6	28,9	28,6	28,9	28,4	28,6	29,1
01-May-19	28,5	28,9	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28	28,6	28,4	29,3	28	28,6	28,5	28,5	28,6	28,6	28,9	28,4	28,6	29,3	28	28,6	28,4	28,6	28,6	28	29,3	28,5	28	28,6
02-May-19	28,3	29,1	28	28,9	29,1	28,5	28	28,9	28,6	29,1	28,5	28,4	28,5	29,1	28	28,9	29,3	28,9	29,3	29,1	28,6	29,1	28,5	29,1	28,9	28,5	29,1	28,6	28,5	28,5	28,5	29,1
03-May-19	28,6	28,5	28,9	28,5	29,1	28,6	28,9	28,5	28	28,9	28	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,6	28	28,6	28	28,6	28,5	28,5	28,9	28,4	28,6	28,6	29,1	29,3	28,5	28,5

b. DO (mg/l)

Tanggal	A1		A2		A3		A4		B1		B2		B3		B4		C1		C2		C3		C4		K1		K2		K3		K4	
	Pagi	Siang	Pagi	Siang	Pagi	Siang	Pagi	Siang	Pagi	Siang	Pagi	Siang	Pagi	Siang	Pagi	Siang	Pagi	Siang	Pagi	Siang	Pagi	Siang	Pagi	Siang	Pagi	Siang	Pagi	Siang	Pagi	Siang	Pagi	Siang
20-Apr-19	7,24	7,77	7,4	7,62	7,24	7,77	7,24	7,77	7,55	7,49	7,9	7,5	7,24	7,58	7,9	7,5	7,39	7,49	7,54	7,49	7,24	7,52	7,39	7,49	7,52	7,77	7,24	7,24	7,24	7,24	7,24	7,24
21-Apr-19	7,77	7,55	7,8	7,43	7,54	7,43	7,77	7,55	7,39	7,39	7,49	7,66	7,91	7,54	7,49	7,66	7,58	7,52	7,77	7,24	7,93	7,9	7,58	7,52	7,24	7,52	7,52	7,9	7,66	7,91	7,52	7,9
22-Apr-19	7,4	7,3	7,89	7,43	7,77	7,65	7,4	7,3	7,58	7,48	7,77	7,77	7,93	7,49	7,77	7,77	7,58	7,66	7,91	7,24	7,9	7,81	7,58	7,66	7,91	7,24	7,81	7,81	7,49	7,93	7,81	7,81
23-Apr-19	7,8	7,82	7,39	7,65	7,91	7,39	7,8	7,82	7,58	7,54	7,49	7,59	7,24	7,59	7,49	7,59	7,93	7,9	7,24	7,52	7,9	7,24	7,93	7,9	7,93	7,49	7,24	7,24	7,24	7,49	7,24	7,24
24-Apr-19	7,89	7,48	7,49	7,39	7,48	7,54	7,89	7,48	7,8	7,8	7,93	7,24	7,52	7,24	7,93	7,24	7,9	7,81	7,91	7,24	7,9	7,24	7,9	7,81	7,9	7,49	7,9	7,49	7,24	7,81	7,9	7,49
25-Apr-19	7,65	7,39	7,58	7,58	7,39	7,52	7,65	7,39	7,89	7,93	7,9	7,49	7,24	7,52	7,9	7,49	7,52	7,54	7,52	7,81	7,91	7,93	7,52	7,54	7,52	7,24	7,49	7,52	7,59	7,58	7,49	7,52
26-Apr-19	7,34	7,49	7,52	7,66	7,49	7,81	7,34	7,49	7,39	7,9	7,81	7,52	7,9	7,24	7,81	7,52	7,9	7,91	7,89	7,39	7,24	7,24	7,9	7,91	7,24	7,66	7,49	7,81	7,65	7,91	7,49	7,81
27-Apr-19	7,24	7,54	7,77	7,91	7,54	7,91	7,24	7,54	7,24	7,24	7,91	7,54	7,91	7,91	7,91	7,54	7,24	7,91	7,52	7,66	7,49	7,81	7,24	7,91	7,65	7,49	7,52	7,58	7,58	7,49	7,52	7,58
28-Apr-19	7,66	7,91	7,24	7,24	7,91	7,93	7,66	7,91	7,24	7,52	7,24	7,91	7,93	7,93	7,24	7,91	7,9	7,81	7,24	7,49	7,52	7,58	7,9	7,81	7,49	7,24	7,24	7,91	7,54	7,52	7,24	7,91
29-Apr-19	7,4	7,54	7,77	7,93	7,24	7,52	7,4	7,54	7,24	7,66	7,49	7,24	7,24	7,49	7,49	7,24	7,49	7,52	7,91	7,24	7,24	7,91	7,49	7,52	7,24	7,81	7,52	7,24	7,65	7,66	7,52	7,24
30-Apr-19	7,58	7,52	7,59	7,9	7,49	7,77	7,58	7,52	7,49	7,49	7,52	7,24	7,52	7,52	7,52	7,24	7,77	7,24	7,24	7,66	7,91	7,24	7,77	7,24	7,49	7,24	7,91	7,24	7,9	7,49	7,91	7,24
01-May-19	7,9	7,81	7,5	7,81	7,52	7,24	7,9	7,81	7,52	7,81	7,58	7,91	7,24	7,66	7,58	7,91	7,59	7,65	7,9	7,59	7,54	7,91	7,59	7,65	7,24	7,49	7,77	7,59	7,49	7,77	7,77	7,59
02-May-19	7,62	7,43	7,43	7,5	7,66	7,77	7,62	7,43	7,59	7,65	7,58	7,54	7,91	7,55	7,54	7,77	7,49	7,49	7,91	7,65	7,91	7,93	7,49	7,49	7,49	7,39	7,24	7,24	7,24	7,49	7,24	7,24
03-May-19	7,35	7,24	7,44	7,39	7,49	7,43	7,35	7,24	7,24	7,39	7,39	7,77	7,24	7,39	7,77	7,24	7,49	7,24	7,89	7,9	7,55	7,49	7,49	7,24	7,49	7,9	7,24	7,52	7,66	7,49	7,24	7,52

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

c. pH

Tanggal	A1		A2		A3		A4		B1		B2		B3		B4		C1		C2		C3		C4		K1		K2		K3	
	Pagi	Siang	Pagi	Siang	Pagi	Siang	Pagi	Siang	Pagi	Siang	Pagi	Siang	Pagi	Siang	Pagi	Siang	Pagi	Siang	Pagi	Siang	Pagi	Siang	Pagi	Siang	Pagi	Siang	Pagi	Siang	Pagi	Siang
20-Apr-19	7,47	7,59	7,67	7,66	7,47	7,23	7,47	7,23	7,67	7,77	7,47	7,59	7,59	7,66	7,47	7,59	7,47	7,76	7,89	7,77	7,93	7,23	7,93	7,23	7,23	7,23	7,93	7,23	7,23	7,67
21-Apr-19	7,77	7,67	7,89	7,76	7,59	7,93	7,59	7,93	7,89	7,67	7,67	7,23	7,66	7,66	7,67	7,23	7,59	7,67	7,93	7,47	7,77	7,23	7,76	7,91	7,67	7,76	7,67	7,93	7,67	7,93
22-Apr-19	8,23	7,89	7,93	8,15	7,67	7,77	7,67	7,77	7,93	7,89	7,93	7,67	7,76	7,76	7,93	7,67	7,67	7,93	8,15	7,59	7,59	8,15	7,66	7,66	8,34	7,93	7,67	7,67	8,34	8,04
23-Apr-19	7,23	7,93	7,77	7,23	7,66	7,23	7,66	7,23	7,93	7,59	7,67	7,93	7,59	8,15	7,67	7,93	7,66	7,67	7,67	7,59	7,66	7,66	7,66	7,67	7,54	7,93	7,59	7,67	7,59	7,67
24-Apr-19	7,76	7,67	7,93	7,67	7,62	7,23	7,62	7,23	7,67	7,77	7,23	7,67	7,66	7,23	7,23	7,67	7,62	7,62	7,77	7,66	7,23	7,76	7,23	7,59	7,54	7,93	7,93	7,93	7,93	7,93
25-Apr-19	7,93	8,15	8,34	8,15	8,15	8,15	8,15	8,15	8,15	8,34	7,93	7,23	8,15	7,67	7,93	7,23	8,15	7,23	7,93	7,23	7,93	8,15	7,93	7,45	7,66	7,93	7,47	7,47	7,91	7,77
26-Apr-19	7,67	7,77	7,47	7,59	7,59	7,66	7,59	7,66	7,23	7,77	8,34	7,45	7,66	8,15	8,34	7,45	7,59	7,67	7,89	7,23	7,59	7,23	7,66	7,77	7,66	7,67	7,67	7,89	7,93	7,23
27-Apr-19	8,15	7,67	7,77	7,77	7,45	7,76	7,45	7,76	7,67	7,23	7,91	7,66	7,67	7,59	7,91	7,66	7,45	7,77	8,15	7,63	7,66	7,67	7,76	7,23	7,76	7,67	7,93	7,67	7,67	7,67
28-Apr-19	8,78	8,58	8,34	8,34	7,23	8,15	7,23	8,15	8,15	7,66	7,93	7,76	8,15	7,23	7,93	7,76	7,23	7,23	7,66	7,47	7,76	7,93	7,93	7,45	8,15	7,93	7,67	7,93	8,15	7,93
29-Apr-19	7,45	7,23	7,67	7,93	7,67	7,23	7,67	7,23	7,45	7,93	7,77	7,47	8,34	7,45	7,77	7,47	7,67	7,67	7,93	7,89	7,47	7,66	7,47	7,66	7,23	7,93	7,89	8,15	7,66	7,23
30-Apr-19	7,66	7,76	8,15	8,15	7,93	7,67	7,93	7,67	7,23	7,23	7,47	7,89	7,91	7,93	7,47	7,89	7,93	7,93	7,76	7,91	7,89	7,93	7,89	7,93	7,23	7,77	7,47	7,93	7,45	7,45
01-May-19	7,91	7,93	7,93	8,34	7,91	7,93	7,91	7,93	7,67	7,67	7,59	7,93	7,93	7,77	7,59	7,93	7,91	7,77	8,15	7,66	7,93	7,76	7,93	7,91	8,15	7,91	7,66	7,89	7,67	7,93
02-May-19	8,04	8,34	7,77	7,59	8,04	7,77	8,04	7,77	7,93	8,15	7,59	7,67	7,67	7,67	7,59	7,67	8,04	7,93	7,67	7,76	7,67	8,15	7,67	8,15	7,93	8,04	7,76	8,15	7,93	7,77
03-May-19	7,69	7,54	7,47	7,67	7,69	7,93	7,69	7,93	8,04	7,59	7,66	8,15	7,67	7,89	7,66	8,15	7,69	8,15	7,93	8,15	8,15	7,23	8,15	7,69	8,15	7,66	8,15	8,04	8,04	7,47

UNIVERSITAS BRAWIJAYA