

**POLIPLOIDISASI IKAN NILEM (*Osteochilus hasselti* Valenciennes, 1842)
DENGAN KEJUT DINGIN 4°C POLYPLOIDIZATION ON SHARK MINNOW
(*Osteochilus hasselti* Valenciennes, 1842) BY COLD SHOCK 4°C**

Syawalina Fitria^{1,2}, Yulia Sistina¹, Isdy Sulisty¹

1) S2 Biologi Pascasarjana Unsoed, Po Box 125 Purwokerto

2) SMK Negeri 1 Karang Baru, Karang Baru

E-mail : syawalina.albar@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keberhasilan poliploidisasi, yakni triploidisasi dan tetraploidisasi ikan nilem (*Osteochilus hasselti* Valenciennes, 1842) menggunakan kejut dingin 4°C. Variabel utama adalah persentase penetasan telur, kelangsungan hidup, abnormalitas dan dimensi sel darah merah benih ikan nilem serta kualitas air sebagai variabel pendukungnya. Penelitian dilakukan dengan tujuh perlakuan dan empat ulangan. Telur dan milt encer segar difertilisasi, pada 5, 20 atau 25 menit setelah fertilisasi dikejut temperatur dingin 4°C selama 20 atau 30 menit. Persentase penetasan dihitung 24 jam setelah fertilisasi. Abnormalitas, kelangsungan hidup dan penentuan tingkat ploidi dengan pengukuran dimensi sel darah merah dihitung pada benih ikan nilem umur 60 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa abnormalitas, kelangsungan hidup dan dimensi sel darah merah benih ikan nilem berbeda sangat nyata ($P < 0,01$), sedangkan penetasan telur dan laju pertumbuhan spesifiknya tidak berbeda nyata ($P > 0,05$). Hasil uji lanjut membuktikan bahwa perlakuan 5 atau 20 menit pasca fertilisasi dan durasi kejut 30 menit memberikan hasil yang secara nyata paling baik dibandingkan perlakuan lain. Lama kejut nampak efektif dari penelitian ini. Dengan demikian, kejut temperatur dingin 4°C pada poliploidisasi ikan nilem ini siap diterapkan pada bidang akuakultur.

Kata Kunci : Triploidisasi, Tetraploidisasi, Ikan Nilem, Kejut Dingin

ABSTRACT

This study was aimed to know the polyploidization effectiveness, those are triploidization and tetraploidization on shark minnow (*Osteochilus hasselti* Valenciennes, 1842) use cold shock 4°C. The major variable are hatching rate, survival rate, abnormality rate and red blood cell dimension of shark minnow juveniles, and also water quality control as minor variable. This study was applied in seven treatments with four replied for each treatment. Fresh eggs and diluted milt had fertilization, then 5, 20 or 25 minutes after fertilization zygotes were shocked by cold shock 4°C for 20 or 30 minutes. Hatching rate rate was measurement after 24 hour fertilization. Abnormality, survival rate and ploidy determination by red blood cell measurements applied when shark minnow juveniles at 60 days. The result showed that abnormality rate, survival rate and shark minnow juveniles red blood cell dimension was highly significant different ($P < 0,01$), while hatching rate and specific growth rate was no significant different ($P > 0,05$). The result from post hoc test showed that the treatment after 5 and 20 minutes fertilization and shock duration for 30 minutes were the best treatment compare to other treatment. Shock duration showed effectiveness from this experiments. However, this is showed that cold shock 4°C on shark minnow polyploidization was ready for aquaculture application.

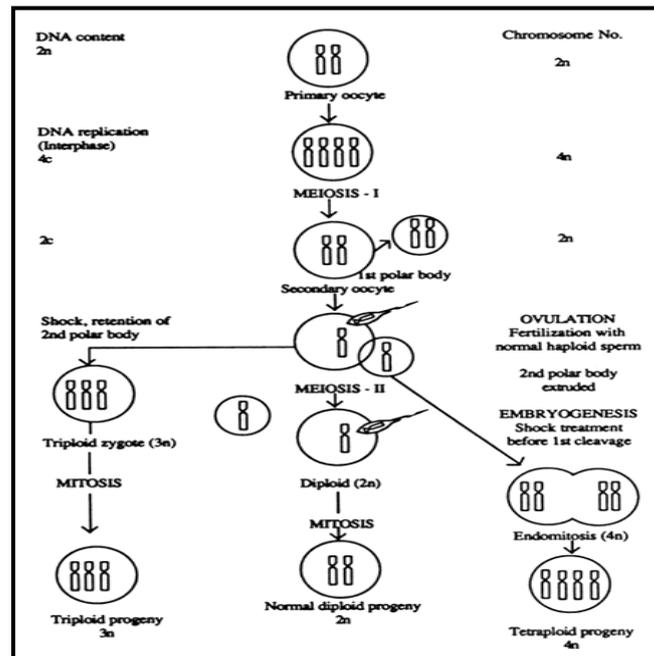
Key Word : Triploidization, Tetraploidization, Shark Minnow, Cold Shock

PENDAHULUAN

Poliploidisasi adalah suatu metode manipulasi kromosom untuk menghasilkan ikan dengan jumlah kromosom yang lebih banyak dari jumlah kromosom normal atau diploid (2n), yaitu triploid (3n), tetraploid (4n), pentaploid (5n) dan seterusnya (Purdom, 1983 dalam Kadi, 2007). Poliploidisasi secara alami umumnya banyak terjadi pada tumbuhan, sedangkan pada hewan poliploidi sangat jarang terjadi kecuali pada ikan dan katak (Kadi, 2007). Rottman *et al.* (1991) menyatakan bahwa poliploidisasi secara alami terjadi akibat pencemaran perairan, radisasi sinar ultraviolet ataupun akibat pengaruh hormon berlebihan, sehingga menyebabkan kasus nondisjungsi pada kromosom. Nondisjungsi adalah kondisi dimana pasangan kromosom yang homolog tidak bergerak memisahkan diri sebagaimana mestinya pada waktu fase pembelahan meiosis I atau dimana *sister chromatid* gagal berpisah selama fase meiosis II (Campbell *et al.*, 2000). Thorgaard (1983), menyatakan poliploidisasi secara buatan dapat dilakukan dengan memberi perlakuan kejut temperatur, pemberian bahan kimia



maupun pemberian tekanan hidrostatik sesaat setelah fertilisasi telur guna mencegah peloncatan *polar body* II saat meiosis II (triploidisasi) ataupun pembelahan sel pertama (mitosis I) pada telur terfertilisasi (tetraploidisasi). Keunggulan poliploidisasi adalah dapat digunakan sebagai salah satu cara untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas genetik ikan guna menghasilkan benih-benih ikan yang mempunyai kemampuan pertumbuhan cepat, toleransi tinggi terhadap lingkungan dan resisten terhadap penyakit (Purdom, 1983 dalam Mukti *et al.*, 2001).



Gambar 1. Ilustrasi triploidisasi dan tetraploidisasi ikan (Reddy, 1999).

Ikan nilam (*Osteochilus hasselti* Valenciennes, 1842) merupakan komoditas perikanan air tawar asli Indonesia yang memiliki nilai potensial untuk dibudidayakan karena memiliki keunggulan, diantaranya adalah teknik budidaya yang relatif mudah, memiliki citarasa daging yang sangat lezat sehingga sering digunakan sebagai bahan pembuat saus dan telurnya juga sering diekspor ke luar negeri sebagai pengganti kaviar (Subagja *et al.*, 2006). Selain itu, ikan yang banyak dibudidayakan di daerah Jawa Barat (Mulyasari, 2010) ini mampu berperan aktif dalam mencegah atau mengatasi *blooming* plankton yang terjadi pada suatu perairan (Syandri, 2004) serta berperan bagi kesehatan manusia karena mampu mengangkat sel kulit mati manusia dengan cara memakan sel-sel kulit yang telah mati tersebut (Tjakrawidjaja, 2010). Akan tetapi, budidayanya yang masih banyak dilakukan secara tradisional menyebabkan produksi ikan nilam per tahunnya masih sangat rendah (Subagja *et al.*, 2006). Penerapan bioteknologi perikanan dalam manajemen pembenihan ikan melalui poliploidisasi dengan kejut temperatur dingin telah terbukti menghasilkan benih ikan poliploid dengan laju pertumbuhan dan kelangsungan hidup yang tinggi (Hammed *et al.*, 2010; Venkatachalam *et al.*, 2012). Oleh karena itu, teknik manipulasi kromosom melalui poliploidisasi dengan kejut temperatur dingin 4°C diharapkan juga dapat digunakan sebagai salah satu solusi dalam meningkatkan produktivitas ikan nilam, baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat menambah wawasan dan ilmu pengetahuan dibidang teknologi budidaya perikanan air tawar, khususnya ikan nilam serta dapat dijadikan salah satu alternatif untuk memenuhi ketersediaan pangan terhadap produk hewani melalui peningkatan produktivitas ikan nilam.



METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fisiologi Hewan, Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto pada bulan September 2012 sampai Maret 2013. Penelitian dilakukan secara ekperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tujuh (7) perlakuan dan empat (4) ulangan, yaitu 5, 20 atau 20 menit setelah fertilisasi dikejut dingin 4°C selama 20 atau 30 menit, dan sebagai kontrolnya adalah fertilisasi tanpa kejut temperatur dingin. Bahan-bahan penelitian adalah telur segar dan milt segar yang diperoleh dari induk ikan nilem jantan dan betina matang gonad, GnRH analog-anti dopamin domperidon (Ovaprim, Syndel Vancouver-Canada), larutan ringer (NaCl 6,50 g, KCl 0,14 g, CaCl₂ 0,12 g, NaCHO₃ 0,20 g, NaH₂PO₄ 0,01 g, akuades 1 L), pewarna Giemza (Hematologie, Diagnostica MERCK), *methanol absolute* MERCK, *methylene blue*, kuning telur burung puyuh, cacing sutra, pelet (PF-1000, PT. Matahari Sakti), sabun cuci piring *Sunlight*, dan daun bayam. Alat-alat penelitian adalah pompa aerasi akuarium (SONIC P-125), selang dan batu aerasi, pengatur katup udara aerasi, *water chiller* (Nema Type 4X), akuarium, *water heater* RH-9000, baskom plastik, bak plastik, cawan petri, sendok plastik (spatula), pipet tetes, spuit, tisu, kain lap, seser, termometer alkohol, kertas lakmus, timbangan digital (*CHQ-Pocket Scale*), mikroskop cahaya Olympus CH-20, micrometer Olympus OB-M 1/100, gunting bedah, kaca preparat dan *cover glass* (gelas penutup), milimeter blok atau penggaris, alat tulis, kamera digital SONY, jam dan stopwatch.

Penelitian diawali dengan aplikasi fertilisasi buatan dengan cara menyuntikkan GnRH-analog anti dopamin domperidon (Ovaprim, Syndel Vancouver, Canada) pada induk jantan dan betina ikan nilem secara intramuskular (dosis 0,2 mL/kg untuk jantan dan 0,3 mL/kg untuk betina), penyuntikan ini bertujuan mempercepat kematangan gonad pada induk jantan dan betina ikan nilem. Setelah 6-8 jam dari penyuntikan, masing-masing induk jantan dan betina diangkat, lubang genitalnya dilap dengan tisu bersih secara perlahan untuk menyerap air yang terdapat pada area tersebut. Induk jantan *distripping* terlebih dahulu. Milt hasil stripping induk jantan diambil dengan spuit untuk mengetahui volume milt yang diperoleh. Milt kemudian diencerkan dengan larutan ringer, volume pengencer 100 x volume milt yang diperoleh (Sistina, 2007). Pengenceran ini selain berfungsi menambah daya tahan (hidup) spermatozoa juga bertujuan untuk mengurangi kekentalan milt sehingga spermatozoa lebih aktif bergerak. Setelah milt diencerkan, maka dilakukan *stripping* induk betina ikan nilem. Sejumlah telur hasil *stripping* induk betina ikan nilem ditampung pada sebuah cawan petri berukuran besar, baru kemudian menggunakan sendok atau spatula kecil dimasukkan ke setiap cawan petri kecil yang sudah diberi tanda sesuai perlakuan dengan takaran yang sama, yaitu sebanyak 2 sendok (volume 1 sendok 0,8 mL). Milt encer kemudian disemprotkan pada cawan petri berisi telur secukupnya agar terjadi fertilisasi, cawan digoyangkan secara perlahan agar milt encer tersebar merata.

Waktu fertilisasi atau pencampuran dicatat. Setelah waktu fertilisasi masing-masing perlakuan dicapai, seluruh telur terbuahi (zygot) tersebut diberi kejut dingin 4°C dengan durasi (lama kejut) sesuai perlakuan masing-masing (20 atau 30 menit). Setelah lama waktu kejut dicapai, seluruh telur segera diangkat dan dipindahkan ke wadah penetasan telur dan diinkubasi selama 24 jam. Seluruh telur yang menetas menjadi larva kemudian dipelihara hingga berumur 60 hari. Pada awal pemeliharaan, larva tidak diberi pakan hingga berumur 4-5 hari atau seluruh kuning telurnya habis. Selanjutnya larva diberi pakan kuning telur hingga berumur 7 hari, larva ikan nilem kemudian diberi pakan cacing *tubifex* sp. hingga berumur 30 hari dan setelahnya hingga mencapai umur 60 hari diberi pakan kombinasi berupa daun bayam dan pelet komersial. Pemberian pakan dilakukan secara *adlibitum*, frekuensi pemberian pakan 1 kali sehari. Selama pemeliharaan, dilakukan penyiponan dan penggantian air tiap 1 hari sekali di waktu pagi hari sebelum pemberian pakan, jumlah volume air yang dibuang adalah 25-50% dari volume air awal. Jumlah ikan nilem yang mati selama pemeliharaan dihitung dan dicatat.

Untuk penentuan ploidi dengan metode pengukuran dimensi sel darah merah benih ikan nilem dilakukan pada hari ke-60 dari sejak menetas. Sampel benih ikan nilem sebanyak 4 ekor dari tiap perlakuan diambil darahnya dengan cara memotong bagian pangkal ekor ikan. Preparat apus darah dibiarkan kering udara lalu difiksasi dengan 4-5 tetes metanol absolut MERCK, dikeringanginkan selama 2 menit lalu diwarnai dengan Giemza (Hematologie, Diagnostica Merck) 10% dan



dikeringanginkan kembali selama 15-20 menit. Preparat tersebut kemudian dibilas dengan air mengalir, dibiarkan kering udara, dan diamati dibawah mikroskop cahaya Olympus CH-20 yang dilengkapi dengan mikrometer Olympus OB-M, 1/100. Pengamatan dilakukan dengan perbesaran 400 kali, hingga sel darah merah benar-benar terlihat dengan jelas. Per slide dari setiap preparat apus darah sampel ikan nilem akan diukur dimensi sel darah merahnya sebanyak 100 butir sel.

Penetasan telur (*Hatching Rate*)

Persentase penetasan telur adalah jumlah telur menetas menjadi larva dibandingkan dengan jumlah telur terbuahi, kemudian dinyatakan dalam persen. Pengamatan dilakukan 24 jam setelah fertilisasi. Persentase penetasan telur dihitung menggunakan rumus Don dan Avtalion (1986).

$$Hr = \frac{\sum \text{telur menetas}}{\sum \text{telur terbuahi}} \times 100\%$$

Abnormalitas benih ikan nilem

Abnormalitas benih ikan nilem yang diamati adalah morfologinya yang meliputi bentuk kepala, bentuk badan dan bentuk ekor. Jumlah benih yang abnormal dihitung dan dicatat. Perhitungan dilakukan untuk mengetahui persentase abnormalitas benih ikan nilem pada tiap perlakuan (Don dan Avtalion, 1986) :

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

Kelangsungan Hidup

Kelangsungan hidup benih ikan nilem diamati saat benih ikan nilem berumur 60 hari. Persentase kelangsungan hidup (*survival rate*) adalah jumlah benih hidup pada akhir penelitian dibandingkan jumlah benih hidup pada awal penelitian, kemudian dinyatakan dalam persen (Zonneveld *et al.*, 1991).

$$SR (\%) = \frac{Nt}{No} \times 100\%$$

Keterangan :

- SR : Persentase kelangsungan hidup (%)
- No : Jumlah benih ikan hidup pada awal pemeliharaan
- Nt : Jumlah benih ikan hidup pada akhir pemeliharaan

Pengukuran dimensi sel darah merah

Dimensi sel darah merah benih ikan nilem dimulai dengan mengukur panjang dan lebar sel darah merah. Pengukuran dilakukan pada panjang sel darah merah (μm), lebar sel darah merah (μm), luas sel darah merah (μm^2) dan volume sel darah merah (μm^3) benih ikan nilem. Data hasil pengukuran tersebut kemudian digunakan untuk menghitung luas dan volume sel darah merah benih ikan nilem menggunakan rumus sebagai berikut (Kraznai *et al.*, 1984 dalam Alawi *et al.*, 2009) :

$$V = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{a}{2}\right) \left(\frac{b}{2}\right)^2$$

Keterangan :

- L : luas sel darah merah
- V : volume sel darah merah
- a : panjang sel darah merah
- b : lebar sel darah merah



Seluruh data dalam bentuk persentase ditransformasi arcsin terlebih dahulu dan kemudian dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) dengan uji F dan juga dilakukan uji homogenitas. Hasil analisis yang menunjukkan nilai berbeda nyata (*significant different*) dan homogen ($P < 0,05$), maka dilakukan uji lanjut beda nyata terkecil (BNT). Hasil analisis yang menunjukkan nilai berbeda nyata (*significant different*) dan heterogen ($P > 0,05$), maka dilakukan uji lanjut Tukey. Uji lanjut dilakukan untuk mengetahui selisih antar perlakuan (Sokal dan Rohlf, 1997).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Poliploidisasi ikan nilam (*Osteochilus hasselti* Valenciennes, 1842) dengan kejutan temperatur dingin 4°C pada berbagai umur zigot, yakni 5, 20 atau 25 menit yang diberi kejutan selama 20 atau 30 menit memberikan hasil yang tidak berbeda nyata terhadap tingkat penetasan telur ikan nilam, tetapi berbeda nyata terhadap abnormalitas, kelangsungan hidup dan dimensi sel darah merah benih ikan nilam. Efektivitas poliploidisasi dengan kejutan temperatur dingin 4°C terhadap tingkat penetasan telur, abnormalitas dan kelangsungan hidup benih ikan nilam disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Efektivitas kejutan temperatur dingin 4°C pada poliploidisasi ikan nilam (*O. hasselti* Valenciennes, 1842) terhadap persentase (rerata±SD) fertilitas, penetasan telur dan abnormalitas.

| Waktu kejutan (menit) | Durasi kejutan (menit) | PARAMETER | | |
|-----------------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------|
| | | Persentase Penetasan (%) | Persentase Abnormal (%) | Survival Rate (%) |
| 5 | 20 (P1) | 90±1,59 | 2,36±1,68** | 79,19±3,14** |
| | 30 (P2) | 90,8±0,90 | 4,06±2,77** | 80±4,83** |
| 20 | 20 (P3) | 91,36±1,42 | 3,45±1,67** | 80,76±2** |
| | 30 (P4) | 89,79±3,08 | 1,79±1,41** | 76,52±2,54* |
| 25 | 20 (P5) | 89,74±0,76 | 2,75±1,45** | 70,66±3,09 |
| | 30 (P6) | 85,71±4,80 | 3,03±1,04** | 68,31±0,95 |
| 0 | 0 (P7) | 87,66±2,34 | 0,00±0,00 | 70±1,62 |

Keterangan : * menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($P < 0,05$); ** menunjukkan hasil yang sangat berbeda nyata ($P < 0,01$) antar perlakuan

Hasil analisis ragam (Anova) pada data persentase penetasan telur menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata antarperlakuan ($P < 0,05$), sehingga hasil analisis tidak dilanjutkan dengan uji BNT (Tabel 3.2). Hasil tersebut menjelaskan bahwa kejutan temperatur dingin 4°C tidak memberikan pengaruh terhadap keberhasilan penetasan pada telur-telur ikan nilam yang terbuahi. Persentase penetasan telur dari semua perlakuan berada pada kisaran yang tinggi (rata-rata > 80%), persentase tertinggi terdapat pada perlakuan 20 menit setelah fertilisasi dikejutkan temperatur dingin 4°C selama 20 menit (P3) dengan nilai sebesar 91,36%, sedangkan terendah yakni 85,71% terdapat pada perlakuan 25 menit setelah fertilisasi dikejutkan temperatur dingin 4°C selama 30 menit (P6) (Tabel 1).

Tabel 2 Hasil analisis varian uji F dan uji homogenitas pada tingkat penetasan telur, abnormalitas, kelangsungan hidup dan dimensi sel darah merah benih ikan nilam (*O. hasselti* Valenciennes, 1842) hasil poliploidisasi dengan kejutan dingin 4°C

| Variabel | Hasil Anova dengan Uji F | Hasil uji homogenitas | Jenis uji lanjut |
|--------------------|--------------------------|-----------------------|------------------|
| Penetasan telur | 0,062 ($P > 0,05$) | 0,087 | - |
| Abnormalitas benih | 0,003** ($P < 0,01$) | 0,102 | Tukey HSD |
| Kelangsungan hidup | 0,000** ($P < 0,01$) | 0,159 | Tukey HSD |
| Lebar sdm | 0,000** ($P < 0,01$) | 0,491 | Tukey HSD |
| Panjang sdm | 0,000** ($P < 0,01$) | 0,011 | LSD |
| Luas sdm | 0,000** ($P < 0,01$) | 0,005 | LSD |
| Volume sdm | 0,000** ($P < 0,01$) | 0,051 | Tukey HSD |



Keterangan : sdm (sel darah merah benih ikan nilem)

Hasil analisis ragam (Anova) data persentase abnormalitas setelah transformasi akar p dan arcus sinus, diketahui terdapat perbedaan sangat nyata ($P < 0,01$) antar perlakuan. Analisis uji lanjut Tukey menunjukkan bahwa kejut temperatur dingin 4°C pada 5, 20 atau 25 menit setelah fertilisasi yang diberikan kejut temperatur dingin 4°C selama durasi kejut 20 atau 30 menit mempengaruhi abnormalitas benih ikan nilem. Hasil uji lanjut tersebut membuktikan bahwa kejut temperatur dingin 4°C yang diberikan pada 5, 20 atau 25 menit setelah telur terbuahi selama durasi kejut berbeda, yakni 20 atau 30 menit memberikan pengaruh terhadap tingginya persentase atau tingkat abnormalitas dari benih ikan nilem yang dihasilkan (Tabel 1). Persentase abnormalitas benih ikan nilem tertinggi, yakni $4,06 \pm 2,77\%$ diperoleh dari perlakuan 5 menit setelah fertilisasi dikejut temperatur dingin 4°C selama 30 menit (P2), sedangkan persentase terendah adalah $0,00 \pm 0,00\%$ terdapat pada perlakuan fertilisasi telur tanpa pemberian kejut temperatur dingin 4°C (Tabel 1).

Hasil analisis ragam (Anova) pada data persentase kelangsungan hidup benih ikan nilem umur 60 hari diperoleh hasil yang sangat berbeda nyata antar perlakuan ($P < 0,01$). Analisis uji lanjut dengan uji Tukey menunjukkan bahwa kejut temperatur dingin 4°C pada 5, 20 atau 25 menit setelah fertilisasi yang diberikan selama 20 atau 30 menit mempengaruhi kelangsungan hidup benih ikan nilem. Persentase kelangsungan hidup benih ikan nilem umur 60 hari tertinggi terdapat pada beberapa perlakuan, yakni perlakuan 20 menit setelah fertilisasi dikejut temperatur dingin 4°C selama 20 menit (P3), perlakuan 5 menit setelah fertilisasi dikejut temperatur dingin 4°C selama 30 menit (P2) dan pada perlakuan 5 menit setelah fertilisasi dikejut temperatur dingin 4°C selama 20 menit (P1), dengan persentase masing-masing adalah $80,76 \pm 2\%$ (P3) dan $80 \pm 4,83\%$ (P2) dan $79,19 \pm 3,14\%$ (P1) (Tabel 1). Persentase kelangsungan hidup benih ikan nilem terendah, yakni $68,31 \pm 0,96\%$ terdapat pada perlakuan 25 menit setelah fertilisasi dikejut temperatur dingin 4°C selama 30 menit (P6) (Tabel 1).

Berdasarkan hasil determinasi ploidi dengan pengukuran dimensi sel darah merah benih ikan nilem berumur 60 hari diketahui terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan pada berbagai parameter dimensi sel darah merah, yakni panjang, lebar, luas maupun volume sel darahnya (Tabel 3).

Tabel 3 Determinasi ploidi dengan pengukuran dimensi sel darah merah benih ikan nilem umur 60 hari hasil poliploidisasi dengan kejut temperatur dingin 4°C

| Waktu kejut (menit) | Durasi kejut (menit) | PARAMETER DIMENSI SEL DARAH MERAH | | | |
|---------------------|----------------------|-----------------------------------|-----------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| | | Panjang sel (μm) | Lebar sel (μm) | Luas sel (μm^2) | Volume sel (μm^3) |
| 5 | 20 (P1) | $12,77 \pm 0,38^a$ | $8,91 \pm 0,19^a$ | $89,24 \pm 3,50^a$ | $530,02 \pm 29,85^a$ |
| | 30 (P2) | $12,51 \pm 0,40^a$ | $8,63 \pm 0,27^b$ | $84,77 \pm 4,75^b$ | $488,28 \pm 41,03^b$ |
| 20 | 20 (P3) | $12,84 \pm 0,07^a$ | $8,69 \pm 0,20^{ab}$ | $87,58 \pm 1,80^{ab}$ | $507,68 \pm 22,01^{ab}$ |
| | 30 (P4) | $12,67 \pm 0,06^a$ | $8,95 \pm 0,07^a$ | $89 \pm 0,68^a$ | $531,23 \pm 7,56^a$ |
| 25 | 20 (P5) | $12,62 \pm 0,13^a$ | $8,83 \pm 0,13^{ab}$ | $87,44 \pm 1,01^{ab}$ | $514,75 \pm 12,55^{ab}$ |
| | 30 (P6) | $12,77 \pm 0,02^a$ | $8,85 \pm 0,14^{ab}$ | $88,7 \pm 1,48^{ab}$ | $523,43 \pm 17,40^{ab}$ |
| 0 | 0 (P7) | $9,28 \pm 0,29^b$ | $6,96 \pm 0,021^c$ | $50,73 \pm 3,04^c$ | $235,76 \pm 21,08^c$ |

Keterangan : angka pada kolom yang sama diikuti huruf yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata antar perlakuan pada uji BNT dengan taraf kesalahan 5%; angka pada kolom yang sama diikuti huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan sangat nyata antar perlakuan pada uji BNT dengan taraf kesalahan 1%.

Analisis ragam (Anova) yang dilakukan terhadap dimensi sel darah merah benih ikan nilem, meliputi panjang, lebar, luas dan volume sel darah merah menunjukkan hasil yang sangat berbeda nyata ($P < 0,01$) antar perlakuan. Analisis uji lanjut dengan LSD atau Tukey juga menunjukkan hasil yang sangat berbeda nyata ($P < 0,01$) antar perlakuan kejut dingin 4°C dibandingkan kontrol (tanpa perlakuan kejut dingin). Hasil ini menunjukkan bahwa kejut dingin 4°C pada poliploidisasi ikan nilem memberikan pengaruh yang nyata terhadap dimensi sel darah benih ikan nilem yang dihasilkan, sehingga membuktikan bahwa dimensi sel darah merah dapat dijadikan indikator untuk menentukan tingkat keberhasilan poliploidisasi yang dilakukan.



Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa poliploidisasi ikan nilem dengan kejut temperatur dingin 4°C memberikan pengaruh terhadap tingkat keberhasilan penetasan telur yang tinggi, rata-rata persentase penetasan >85%. Tingginya persentase penetasan yang diperoleh pada semua perlakuan poliploidisasi ikan nilem menunjukkan kualitas gamet induk jantan dan betina yang baik (Piferrer *et al.*, 2000) serta kualitas air media penetasan. Temperatur air yang optimal dalam mendukung proses perkembangan telur terbuahi (zigot) hingga menjadi larva, dengan kisaran temperatur 26-28°C. Hasil ini sesuai dengan pendapat Hariani (2008) yang menyatakan bahwa kualitas telur yang baik didukung oleh kualitas air media penetasan yang optimal dapat membantu proses pembelahan sel dan perkembangan telur sampai mencapai tahap akhir terbentuknya embrio. Hasil tersebut sesuai dengan pernyataan Gheyas *et al.*, (2001) dan Abrianingsih (2012), yang menyatakan bahwa temperatur air selama masa inkubasi telur berperan penting dalam menentukan keberhasilan penetasan telur. Hoar dan Randall (1988) dalam Thamrin *et al.* (2010) juga menyatakan pendapat bahwa temperatur yang cocok selama inkubasi telur tidak hanya berpengaruh terhadap laju penetasan tetapi juga meningkatkan kelangsungan hidup larva yang dihasilkan.

Hasil penelitian juga menunjukkan tingginya abnormalitas benih ikan nilem yang dihasilkan pada semua perlakuan, tertinggi sebesar 4,06% pada perlakuan 5 menit setelah fertilisasi telur dikejut dikejut temperatur dingin 4°C selama 30 menit. Hasil tersebut menjelaskan adanya pengaruh kejut temperatur dingin terhadap tingkat abnormalitas benih ikan nilem yang dihasilkan. Hasil tersebut sesuai dengan pendapat Campbell *et al.* (2000) yang menyatakan bahwa abnormalitas terjadi sebagai akibat kejut temperatur yang diberikan, sehingga ada bagian dari sepasang kromosom homolog yang tidak dapat bergerak memisahkan diri pada waktu mitosis berlangsung. Akibatnya satu gamet akan menerima dua jenis kromosom yang sama tetapi gamet lainnya tidak menerima kromosom, sehingga jika salah satu gamet menyimpang kemudian bersatu dengan gamet normal saat pembuahan, maka akan dihasilkan keturunan dengan jumlah kromosom abnormal. Bila organisme tersebut mampu bertahan hidup, maka organisme tersebut akan memperlihatkan sejumlah gejala yang disebabkan oleh abnormalnya jumlah gen yang terletak pada kromosom tambahan atau kromosom yang hilang. Pendapat yang sama juga dikemukakan oleh Hasanuddin (1995) dalam Pudjirahayu *et al.* (2006), yang menyatakan bahwa abnormalitas larva terjadi karena saat diberi kejut temperatur terdapat sejumlah telur yang gagal atau tidak mampu mengembalikan sejumlah kromosom yang berkurang ketika proses perkembangan telur berlangsung, sehingga terjadi modifikasi kromosom yang menyebabkan sebagian telur yang menetas menghasilkan larva abnormal.

Hasil yang sama juga diperoleh dari penelitian Alawi *et al.* (2009) pada triploidisasi ikan selais (*Kryptopterus lympok*) dengan perlakuan 3 menit setelah fertilisasi dikejut temperatur panas 40°C selama 1, 3 atau 5 menit yang menunjukkan tingginya persentase abnormalitas benih ikan selais triploid pada semua perlakuan. Menurutnya semakin lama durasi kejut yang digunakan pada perlakuan memberikan berpengaruh terhadap semakin tingginya tingkat abnormalitas benih ikan yang dihasilkan, masing-masing adalah 12,3% (durasi kejut 1 menit), 34,9% (durasi kejut 3 menit) dan 45,1% (durasi kejut 5 menit).

Penelitian Mukti (2005) pada poliploidisasi ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) dengan kejut temperatur panas 40°C juga menunjukkan tingkat abnormalitas larva ikan mas yang tinggi pada perlakuan triploid dan tetraploidnya, masing-masing adalah 13,81% dan 24,86%. Menurutnya, jumlah larva ikan mas yang cacat atau abnormal pada tiap perlakuan menunjukkan perbedaan yang relatif besar, baik antara kontrol dengan hasil poliploidisasi maupun antara ikan mas triploid dan tetraploid. Keabnormalan larva ikan mas terlihat dari bentuk kepala, tubuh atau ekor yang bengkok atau lebih pendek dari ukuran normalnya. Hasil yang sama juga diperoleh dari penelitian Kumar *et al.* (2012), pada tetraploidisasi ikan mas dengan kejut temperatur panas 41°C selama 4 menit yang menghasilkan larva ikan mas abnormal sebanyak 15%. Menurut Bidwell *et al.* (1985), tingginya tingkat atau persentase abnormal pada benih ikan yang dihasilkan dari kegiatan poliploidisasi disebabkan oleh kejut temperatur yang digunakan, sehingga mengganggu aktivitas enzim penetasan pada telur dan mengakibatkan lapisan terluar telur (*chorion*) mengalami pengerasan yang berdampak terhadap sulitnya embrio untuk keluar. Setelah *chorion* pecah, maka embrio akan keluar dalam keadaan tubuh yang abnormal atau cacat.



Hasil penelitian terhadap kelangsungan hidup benih ikan nilam menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$) antar perlakuan telur terfertilisasi dengan kejut temperatur dingin 4°C dan terhadap perlakuan tanpa kejut (kontrol) (Tabel 1). Hasil tersebut kemungkinan disebabkan oleh kurangnya kuantitas pakan, kepadatan yang terlalu tinggi dan monitoring terhadap kesehatan benih ikan nilam yang rendah, sesuai pendapat Syandri (1996) yang menyatakan bahwa kurangnya ketersediaan makanan dan lingkungan yang tidak sesuai dapat menyebabkan mortalitas (kematian) tinggi pada ikan. Emilda (2003) juga menyatakan bahwa kepadatan yang tinggi dapat menyebabkan kematian yang tinggi pada larva ikan yang dipelihara, sehingga kelangsungan hidup menjadi semakin rendah. Namun demikian hasil penelitian ini sesuai dengan pendapat Arai dan Wilkins (1987) dalam Carman *et al.* (1991), bahwa perlakuan kejut temperatur dengan durasi kejut berbeda efektif digunakan untuk menghasilkan benih poliploid tetapi memiliki kelangsungan hidup yang berbeda pada tiap perlakuannya.

Penelitian Alawi *et al.* (2009) pada triploidisasi ikan selais (*Kryptopterus lympok*) dengan perlakuan 3 menit setelah fertilisasi dikejut temperatur panas 40°C selama 1, 3 atau 5 menit juga menunjukkan hasil kelangsungan hidup larva ikan selais umur 4 hari yang tinggi, tertinggi terdapat pada perlakuan lama kejut 1 menit yakni 83,81%. Akan tetapi, lamanya durasi kejut menunjukkan pengaruh terhadap rendahnya kelangsungan hidup larva ikan selais yang dihasilkan dari perlakuan lainnya, yakni 64,84% (durasi kejut 3 menit) dan 55,81% (durasi kejut 5 menit). Hasil penelitiannya pada kelangsungan hidup benih ikan selais umur 30 hari juga diperoleh kelangsungan hidup benih ikan selais triploid yang tinggi, karena tidak menunjukkan penurunan yang signifikan dibandingkan kelangsungan hidup pada saat larva ikan selais berumur 4 hari, masing-masing perlakuan adalah 78,79% (durasi kejut 1 menit), 64,63% (durasi kejut 3 menit) dan 52,56% (durasi kejut 5 menit). Hasil penelitian Wibowo (2001), terhadap triploidisasi ikan patin (*Pangasius hypothalamus* Sauvage) juga menunjukkan kelangsungan hidup yang lebih tinggi dari benih triploid dibandingkan diploidnya, dengan persentase masing-masing adalah 73,11% dan 63,22%.

Hasil penelitian yang diperoleh terhadap berbagai parameter dimensi sel darah merah benih ikan nilam juga sesuai dengan beberapa hasil penelitian sebelumnya yang meneliti poliploidisasi, baik triploidisasi maupun tetraploidisasi ikan nilam dengan kejut temperatur panas 40°C atau kejut temperatur dingin 4°C . Penelitian Purnomo (2013), tetraploidisasi ikan nilam (*Osteochilus hasselti* Valenciennes, 1842) dengan kejut temperatur panas 40°C pada umur zigot berbeda diperoleh hasil panjang sel darah merah benih ikan nilam perlakuan kejut adalah $4,09-5,03\ \mu\text{m}$ dan kontrolnya $3,59\ \mu\text{m}$. Agustamam (2012) melalui pengukuran dimensi sel darah merah pada benih ikan nilam (*Osteochilus hasselti* Valenciennes, 1842) hasil poliploidisasi dengan perlakuan 3,5,7,27,2, dan 31 menit setelah fertilisasi dikejut temperatur panas 40°C selama 90 detik memperoleh ukuran yang juga sangat berbeda antara perlakuan yang diberi kejut luas dan volume sel darahnya adalah $63,02-76,19\ \mu\text{m}^2$ dan $84,03-101,59\ \mu\text{m}^3$, sedangkan tanpa perlakuan kejut (kontrol) luas dan volume sel darahnya adalah $50,64\ \mu\text{m}^2$ dan $67,52\ \mu\text{m}^3$. Hasil penelitian yang diperoleh juga sesuai pendapat Hidayati dan Sistina (2011), yang menyatakan bahwa benih ikan nilam (*Osteochilus hasselti* Valenciennes, 1842) triploid mempunyai sel darah merah dengan ukuran 1,2-2 kali lebih besar dibandingkan sel darah merah benih ikan nilam diploid. Tingginya volume sel darah merah yang diperoleh pada benih ikan nilam poliploid dibandingkan benih ikan nilam diploid juga sesuai pendapat Thorgaard dan Gall (1979), yang menyatakan bahwa volume sel darah merah individu triploid lebih besar daripada individu diploidnya.

Penelitian Alawi *et al.* (2009) pada triploidisasi ikan selais (*Kryptopterus lympok*) dengan perlakuan 3 menit setelah fertilisasi dikejut temperatur panas 40°C selama 1, 3 atau 5 menit juga menunjukkan ukuran dimensi sel darah merah benih ikan selais triploid yang lebih besar dibandingkan diploidnya. Rasio panjang sel darahnya adalah 1,16-1,36 kali lebih besar dari diploidnya, lebarnya 1,14-1,31 kali, rasio luas 1,33-1,78 kali dan rasio volume sel darah merah 1,53-2,36 kali lebih besar dari diploidnya. Hasil penelitiannya juga menunjukkan bahwa durasi kejut memberikan pengaruh terhadap peningkatan ukuran pada berbagai dimensi sel darah merah benih ikan selais triploid yang dihasilkan. Pernyataan tersebut juga sesuai dengan hasil poliploidisasi ikan nilam pada durasi kejut berbeda, yakni 20 atau 30 menit yang menghasilkan panjang, lebar, luas dan volume lebih besar pada perlakuan 20 menit setelah fertilisasi dikejut temperatur dingin 4°C selama 30 menit



(P4), ukuran masing-masing adalah 12,67 μm , 8,95 μm , 89 μm^2 dan 531,23 μm^3 . Beberapa penelitian tersebut menjelaskan bahwa terdapat perbedaan ukuran dimensi sel darah merah yang sangat signifikan pada ikan nilam yang dihasilkan dari poliploidisasi dengan kejut temperatur, baik kejut panas maupun dingin, dimana benih ikan nilam ploidi mempunyai ukuran sel darah merah 1,2-2 kali lebih besar dibandingkan ikan nilam diploid, sehingga dapat dibuktikan bahwa pengukuran dimensi sel darah merah merupakan metode yang cukup efisien digunakan untuk mendeteksi atau menentukan tingkat keberhasilan atau efektivitas dari kegiatan poliploidisasi yang dilakukan. Pernyataan ini sesuai dengan Richter *et al.* (1987) yang menyatakan bahwa individu ploidi mempunyai perbedaan terhadap ukuran sel darah merah yang lebih besar dibandingkan diploidnya disebabkan peningkatan pada jumlah kromosom benih ikan yang dihasilkan.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Berdasarkan penentuan tingkat ploidi pada benih ikan nilam hasil poliploidisasi dengan kejut temperatur dingin 4⁰C pada berbagai umur zigot (5, 20 atau 25 menit) selama durasi kejut 20 atau 30 menit terbukti bahwa kejut temperatur dingin 4⁰C efektif menghasilkan benih ikan nilam triploid dan tetraploid.
2. Kejut temperatur dingin 4⁰C dalam poliploidisasi ikan nilam terbukti memberikan pengaruh terhadap tingginya tingkat abnormalitas, kelangsungan hidup dan dimensi sel darah merah dari benih ikan nilam yang dihasilkan, tetapi tidak berpengaruh terhadap tingkat keberhasilan penetasan telur ikan nilam.

Saran

1. Poliploidisasi ikan nilam dengan kejut temperatur dingin 4⁰C layak dan dapat digunakan sebagai salah satu solusi guna meningkatkan produktivitas ikan nilam sebagai spesies asli perairan tawar Indonesia, namun agar pertumbuhannya optimal, maka manajemen budidayanya, baik manajemen kualitas air, manajemen pemberian pakan, manajemen kesehatan ikan dan lainnya menjadi hal penting yang harus dilakukan.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap perkembangan gonadiknya dan penelitian mengenai kemampuan fertilisasi dan hasil keturunan yang diperoleh dari pemijahan ikan nilam hasil poliploidisasi tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Abrianingsih, N. 2012. Pengaruh Perbedaan Suhu Terhadap Daya Tetas (HR) dan Tingkat Kelulushidupan (SR) Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy*). Department of Animal Husbandry. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah, Malang.
- Affandi, R dan M.U. Tang. 2000. Biologi Reproduksi Ikan. *Laporan Penelitian*. Pusat Penelitian Kawasan Pantai dan Perairan Pekanbaru, Riau.
- Agustamam. 2012. Evaluasi Jumlah Nukleoli untuk Menguji Efektivitas Poliploidisasi. *Tesis*. Program Pascasarjana Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto. (Tidak dipublikasikan).
- Alawi, H., Nuraini dan Sapriana. 2009. Induksi Triploid Ikan Selais (*Kryptopterus lympok*) Menggunakan Kejut Panas. *Jurnal Perikanan dan Kelautan* 14(1): 37-47.
- Bidwell, C.A., C.L. Chrisman and G.S. Libey. 1985. Polyploidy Induced By Heat Shock in Channel Catfish. *Aquaculture* 51: 2-32.
- Carman, O., T. Oshiro and F. Takashima. 1991. Estimation of Effective Condition for Induction of Triploidy in Gold Fish (*Carrasius auratus* L.). *Journal Tokyo University of Fisheries* 78(2): 127-135.
- Chambell, N.A., J.B. Recee dan L.G. Mitchell. 2000. *Biology*, Edisi V (Terjemahan). Erlangga : Jakarta.
- Don, J. and R.R. Avtalion. 1986. The Induction of Triploidy in *Oreochromis aureus* by Heat Shock. *Theoretical and Applied Genetic* 72: 186-192.
- Febrina, C.D., I. Sulistyono dan Y. Sistina. 2012. Kejut Dingin 4⁰C Pada Telur Nilam (*Osteochilus hasselti* Valenciennes, 1842) Terbuahi dengan Lama Kejut Berbeda Berefek Pada Fertilitas, Penetasan dan Kelangsungan hidup. Seminar Nasional Taksonomi Fauna IV dan Kongres



- Masyarakat Zoologi Indonesia Ke I. Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman, November 2012, Purwokerto.
- Gheyas, A.A., M.F.A. Mollah dan M.G. Husaain. 2001. Triploidy Induction in Stinging Catfish *Heteropneustes fossilis* Using Cold Shock. *Asian Fisheries Science* 14: 323-332.
- Hammed, A.M., H.A.F. Bombata and A.O. Osinake. 2010. The Use of Cold Shock in Inducing Triploidy in African Mud Catfish (*Clarias gariepinus*). *African Journal of Biotechnology* 9(12): 1844-1847.
- Hidayati, N. and Y. Sistina. 2011. Genome Multiplication By Heat Shocked Effects Quality of Shark Minnow (*Osteochilus hasselti* Valenciennes, 1842) Fish Offspring. *Proceeding Regional Advances in Tropical Genomics: Conservation and Sustainable Utilization of Tropical Biodiversity*, Bogor.
- Hidayati, N. 2012. Viabilitas Telur Ikan Tawes (*Barbodes gonionotus*) dan Nilem (*Osteochilus hasselti* Valenciennes, 1842) Dibuahi Yang Diberi Perlakuan Kejut Temperatur 40°C. *Skripsi*. Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto. (Tidak Dipublikasikan).
- Kadi, A. 2007. Manipulasi Poliploiditas Untuk Memperoleh Jenis Baru Yang Unggul. *Oseana* 22(4): 1-11.
- Kumar, A. and M. A. K. Haniffa. 2012. Induction of Tetraploidy in An Ornamental Fish Koicarp *Cyprinus carpio* L. Using Heat Shock. *Journal of Research in Animal Sciences* 1(1): 13-19.
- Mukti, A.T., Rustidja., S.B. Sumitro dan M.S. Djati. 2001. Poliploidisasi Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.). *Biosain* 1(1):111-123.
- Mukti, A.T. 2005. Perbedaan Keberhasilan Persentase Poliploidisasi Ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn.) Melalui Kejutan Panas. *Berkas Penelitian Hayati* 10: 133-138.
- Mulyasari. 2010. Karakteristik Fenotipe Morfomeristik dan Keragaman Genotipe RAPD (*Randomly Amplified Polymorphism DNA*) Ikan Nilem *Osteochilus hasselti* Di Jawa Barat. *Tesis*. Program Studi Ilmu Akuakultur, Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Piferrer, F., R.M. Cal., B. Alvarez-Blazquez., L. Sanchez and P. Martinez. 2000. Induction of Triploidy in The Turbot (*Scophthalmus maximus*) I. Ploidy Determination and The Effects of Cold Shocks. *Aquaculture* 188: 79-90.
- Purnomo and Y. Sistina. 2011. Genome Manipulation By Heat Shocked on Shark Minnow (*Osteochilus hasselti* Valenciennes, 1842) Fertilized Egg to Get Polyploidy Offspring. *Proceeding Regional Seminar on Advances in Tropical Genomics : Conservation and Sustainable Utilization of Tropical Biodiversity*. Bogor.
- Purnomo. 2012. Laju Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Tawes (*Barbonyus gonionotus* Blkr.) Hasil Induksi Poliploidisasi. *Tesis*. Magister Biologi, Pascasarjana Biologi Universitas Jenderal Soedirman.
- Reddy, P.V.G.K. 1999. *Genetic Resources of Indian Major Carps*. FAO Fisheries Technical Paper, 387.
- Rottmann, R.W., J.V. Shireman and F.A. Chapman. 1991. Induction and Verification of Triploidy in Fish. *Southern Regional Aquaculture Center (SRAC)*, 427.
- Rustidja. 1991. Aplikasi Manipulasi Kromosom Pada Program Pemlarvaan Ikan. Makalah dalam Kongres Ilmu Pengetahuan Nasional V. Jakarta. 23 hal.
- Subagja, J., R. Gustiano dan L. Winarlin. 2006. Pelestarian Ikan Nilem (*Osteochilus hasselti* C.V.) Melalui Teknologi Pembenihannya. Lokakarya Nasional Pengelolaan dan Perlindungan Sumber Daya Genetik di Indonesia, Bogor: 279-286.
- Susanti, D., E. Yuwono dan Y. Sistina. 2012. Triploidisasi Nilem (*Osteochilus hasselti* Valenciennes, 1842) Kejut Dingin 4°C dengan Lama Kejut Berbeda. *Seminar Nasional Taksonomi Fauna IV dan Kongres Masyarakat Zoologi Indonesia Ke I*. Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman, November 2012, Purwokerto.
- Susanti, D. 2013. Efektivitas Triploidisasi Ikan Nilem (*Osteochilus hasselti* Valenciennes, 1842) dengan Kejut Temperatur Dingin 4°C. *Tesis*. Program Magister Biologi, Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.
- Syandri, H. 2004. Penggunaan Ikan Nilem (*Osteochilus hasselti* C.V.) dan Ikan Tawes (*Puntius javanicus* C.V.) sebagai Agen Hayati Pembersih Perairan Danau Maninjau, Sumatera Barat. *Jurnal Natur Indonesia* 6(2): 87-90.



- Thamrin., A.P. Rasyidi., Mulyadi dan Rosadi. 2010. Penelitian Pendahuluan Pengaruh Temperatur Terhadap Survival Embrio dan Embriogenesis Ikan Selais (*Tricopterus lypok*). *Jurnal Ilmu Lingkungan* 1(4): 1-10.
- Thorgaard, E.M. and G.E. Gall. 1979. Adult Triploids in Rainbow Trout Family Genetics. *Aquaculture* 3: 961-973.
- Tjakrawidjaja, A.H. 2010. *Jenis-jenis Ikan Terapi*. <http://www.ikanterapi.com> diakses tanggal 20 Januari 2013.
- Venkatachalam, U., R. Venkatachalam., K. Ganesh and K. Aathi. 2012. Induction of Triploidy Catfish Through Cold Shock and Heat Shock in *Clarias batrachus* Species. *International Journal of Aquaculture Sciences* 2(1): 63-72.
- Wibowo, A. 2001. Pengaruh Triploidisasi Terhadap Pertumbuhan Ikan Patin (*Pangasius hypothalamus* Sauvage). *Skripsi*. Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Zonneveld, N., E. A. Huisman and J. H. Boon. 1991. *Prinsip – prinsip Budidaya Ikan*. PT. Gramedia Pustaka Utama : Jakarta.

DISKUSI

Penanya 1: Ambarwati

Pertanyaan :

- a. Mengapa menggunakan kejut dingin bukan kejut panas?
- b. Mengapa suhu kejutnya harus 4°C, bukan 5°C atau suhu dingin lainnya?

Jawaban:

- a. Karena poliploidisasi ikan di Indonesia secara umum dilakukan dengan kejut panas, termasuk poliploidisasi ikan nilam, sehingga peneliti merasa tidak tertarik untuk mengetahui bagaimana efektifitas poliploidisasi ikan nilam dengan kejut dingin.

Karena di antara berbagai suhu kejut dingin, bebrapa hasil penelitian terdahulu menggunakan suhu kejut dingin 0°C-7°C dimana suhu 4°C lebih efektif digunakan untuk menghasilkan benih ikan poliploidi dengan tingkat derajat penetasan telur, kelangsungan hidup, dan tingkat ploiditas yang tinggi dibandingkan suhu kejut lainnya.

