



PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA

INDUKSI IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*) TRIPLOID DENGAN TEKNOLOGI *HEAT SHOCK MANIPULATION*

**BIDANG KEGIATAN:
PKM-AI**

Diusulkan oleh:

Fajar Maulana	C14080081	2008
Darmawan Setia Budi	C14063519	2006
Jasmadi	C14062978	2006

**INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2011**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA

INDUKSI IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*) TRIPLOID DENGAN TEKNOLOGI *HEAT SHOCK MANIPULATION*

**BIDANG KEGIATAN:
PKM-AI**

Diusulkan oleh:

Fajar Maulana	C14080081	2008
Darmawan Setia Budi	C14063519	2006
Jasmadi	C14062978	2006

**INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2011**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

1. Judul Kegiatan : Induksi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Triploid dengan Teknologi *Heat Shock Manipulation*
2. Bidang Kegiatan : () PKM-AI () PKM-GT
3. Bidang Ilmu : () Kesehatan () Pertanian
() MIPA () Teknologi dan Rekayasa
() Sosial Ekonomi () Humaniora
() Pendidikan
4. Ketua Pelaksana Kegiatan

5. Anggota Pelaksana Kegiatan/Penulis : 3 orang
6. Dosen Pendamping

Bogor , Maret 2011

Menyetujui,
Ketua Departemen Budidaya Perairan

Ketua Pelaksana Kegiatan

Dr. Odang Carman
NIP. 195912221986011001

Fajar Maulana
NIM C14080081

Wakil Rektor Bidang Kemahasiswaan

Dosen Pendamping

Prof. Dr. Ir. H. Yonny Koesmaryono
NIP. 195812281985031003

Dr. Alimuddin
NIP. 19700103 199512 1 001



PERNYATAAN SUMBER PENULISAN ILMIAH PKM-AI

1. Judul yang diajukan : Induksi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Triploid dengan Teknologi *Heat Shock Manipulation*
2. Sumber Penulisan
() Kegiatan praktek lapangan dan sejenisnya, KKN, Magang, Kegiatan Kewirausahaan
(X) Kegiatan Ilmiah lainnya penelitian laboratorium Pengembangbiakkan dan Genetika Organisme Akuatik dengan keterangan lengkap: induksi ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan metode *heat shock manipulation*

Keterangan ini kami buat dengan sebenarnya

Mengetahui,
Ketua Departemen Budidaya Perairan

Bogor, 2 Maret 2011
Ketua Pelaksana Kegiatan

Dr. Ir. Odang Carman, M.Sc.
NIP. 19591222 198601 1 001

Fajar Maulana
NIM. C14080081

INDUKSI IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*) TRIPLOID DENGAN TEKNOLOGI *HEAT SHOCK MANIPULATION*

Fajar Maulana, Jasmadi, Darmawan Setia Budi
Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,
Institut Pertanian Bogor

Abstrak

Ikan nila termasuk jenis ikan ekonomis tinggi dan juga menjadi salah satu target peningkatan produksi oleh KKP (Kementerian Kelautan dan Perikanan) 2010-2014. Salah satu hambatan dalam mencapai target KKP adalah tingkat pertumbuhannya yang menurun ketika mencapai matang gonad dan terjadinya pemijahan yang tidak terkontrol, sehingga produktivitas menjadi tidak optimal. Pemeliharaan ikan nila steril atau triploid (3n) merupakan salah satu solusi untuk mencegah terjadinya pemijahan tidak terkontrol. Untuk memperoleh ikan nila triploid dalam penelitian ini dilakukan perlakuan kejutan panas (heat shock) $41 \pm 10^{\circ}\text{C}$ selama 4 menit pada embrio ikan nila 2, 3, 4, 5, dan 6 menit setelah pembuahan (msp). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian kejutan panas pada embrio umur 3 msp menghasilkan derajat penetasan relatif sama dengan kontrol dan menghasilkan ikan triploid 100%. Persentase individu triploid pada perlakuan lainnya juga tinggi (88-100%), tetapi derajat penetasan telur rendah. Dengan demikian metode ini dapat diaplikasikan untuk memproduksi ikan nila triploid dalam rangka mendukung peningkatan produksi perikanan budidaya.

Kata Kunci: *ikan nila, triploid, heat shock*

Abstract

Nile tilapia is a high economically fish species and also as one of the targets in increase production program by the Ministerial of Marine Affairs and Fisheries 2010-2014. One of the obstacles to reach the goal is that the growth of Nile tilapia decrease when they reach gonad maturation stage and the spawning being uncontrolled, so the productivity becomes suboptimal. Rearing of sterile (triploid, 3N) Nile tilapia is one solution to prevent uncontrolled spawning. In this study to obtain high percentage of triploid Nile tilapia, different age of embryos (i.e. 2, 3, 4, 5 and 6 min after fertilization, maf) were subjected to heat shock treatment of $41 \pm 10^{\circ}\text{C}$ for 4 minutes. The results showed that the use of 3-maf old embryos produces 100% triploid and similar hatching rate with the control. The percentage of triploid individuals in other treatments was also high (88-100%), but low hatching rate. Thus, this method can be applied to produce triploid Nile tilapia to support enhancement of aquaculture production level.

Key words: *tilapia, triploid, heat shock*

PENDAHULUAN

Budidaya ikan nila di Indonesia sudah banyak mengalami peningkatan baik itu secara teknologi maupun sistem budidayanya. Munculnya beberapa strain ikan nila hasil pemuliaan yang sudah banyak dikembangkan oleh lembaga-lembaga perikanan di Indonesia merupakan salah satu bukti bahwa ikan nila adalah jenis ikan air tawar yang cukup banyak digemari. Ikan nila juga termasuk jenis ikan air tawar ekonomis penting yang menjadi salah satu target peningkatan produksi oleh KKP (Kementerian Kelautan dan Perikanan). Peningkatan produksi yang diharapkan dari tahun 2009 sampai 2014 sekitar 864.600 ton (KKP, 2010). Namun kendala yang sering terjadi dalam usaha pembesaran ikan nila adalah tingkat pertumbuhannya yang menurun ketika mencapai matang gonad dan terjadinya pemijahan yang tidak terkontrol dalam wadah budidaya sebelum mencapai waktu panen. Hal ini mengakibatkan terjadinya penambahan tingkat kepadatan di kolam sehingga secara langsung menyebabkan ketidakefisienan dalam pemberian pakan yang meningkatkan biaya produksi dan memperlambat pertumbuhan ikan target budidaya.

Produksi ikan nila steril (tidak mengalami perkembangan gonad) atau triploid ($3n$) merupakan salah satu solusi untuk mencegah terjadinya pemijahan ikan nila yang tidak terkontrol pada masa budidaya. Triploid merupakan bentuk dari poliploidi yang setiap selnya terdapat tiga set kromosom dan menyebabkan individu steril secara fungsional (Herbst, 2002). Menurut Bramick *et al.* (1995) triploidisasi merupakan cara yang tepat untuk mencegah efek *stunting* atau penurunan pertumbuhan pada ikan nila di kolam pemeliharaan. Jika triploidisasi ini diterapkan pada ikan nila maka diharapkan pertumbuhan ikan nila akan relatif lebih cepat, pemberian pakan lebih efisien sehingga margin keuntungan pembudidaya akan relatif lebih besar. Focken *et al.* (2000) menyatakan bahwa ikan nila triploid baik jantan atau betina memiliki tingkat pertumbuhan yang lebih tinggi dibandingkan dengan ikan nila diploid (normal). Metode untuk memperoleh ikan nila triploid dapat dilakukan dengan berbagai cara yaitu dengan kejutan suhu panas (*heat shock*), suhu dingin, maupun dengan tekanan (Hussain *et al.*, 1991). Namun manipulasi kejutan panas relatif lebih mudah, sederhana, dan murah untuk dilakukan dibandingkan metode yang lain.

TUJUAN

Memperoleh waktu efektif kejutan awal dan lama pemberian kejutan panas (*heat shock*) pada telur ikan nila yang telah terbuahi dalam memproduksi ikan nila triploid.

METODE

Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Kegiatan dilaksanakan pada tanggal 3 Januari 2011 sampai dengan 10 Februari 2011 yang bertempat di Laboratorium Pengembangbiakan dan Genetika Organisme Akuatik, Departemen Budidaya Perairan, Institut Pertanian Bogor.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan meliputi akuarium berdimensi 20x20x25 cm³ dan 60x60x50 cm³, saringan inkubasi telur, perlengkapan aerasi, *heater*, termometer, mangkuk, cawan petri, syring, baskom, *stop watch*, *hot plate*, mikro pipet, tub mikro 1,5 ml, gelas objek cekung, alat bedah, mikroskop binokuler, dan camera digital. Sedangkan bahan yang digunakan adalah larutan Giemsa 10%, asam asetat 50%, kolkisin 0,07%, KCl 0,075 M, induk jantan dan betina ikan nila yang matang gonad, tisu, larutan fisiologis 0,9% NaCl, dan bulu ayam.

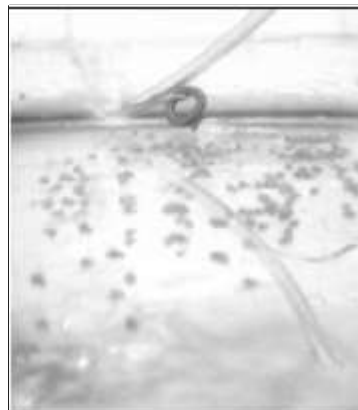
Pelaksanaan Kegiatan

Wadah Pemijahan, Inkubasi Telur dan Pemeliharaan Larva

Wadah pemijahan ikan nila berupa akuarium dengan dimensi 60x60x50 cm³ (Gambar 1) yang diisi air sebanyak $\frac{3}{4}$ bagian dari kapasitas total akuarium. Agar air di dalam akuarium tetap terkontrol kualitas airnya maka dilakukan penyifonan setiap harinya, pergantian air tiga hari sekali, dan pengontrolan aerasi.



Gambar 1. Pemijahan induk ikan nila Gambar 2. Inkubasi telur hasil perlakuan



Gambar 3. Pemeliharaan larva perlakuan

Wadah inkubasi telur digunakan akuarium dengan dimensi yang sama dengan wadah pemijahan induk ikan nila yang di dalamnya telah dipasang beberapa saringan untuk inkubasi telur hasil perlakuan kejutan suhu (Gambar 2). Sedangkan pemeliharaan larva hasil penetasan telur berupa akuarium yang berdimensi 20x20x25 cm³ (Gambar 3).

Pemeliharaan Induk

Induk nila dipelihara pada akuarium pemeliharaan atau pemijahan. Selama pemeliharaan induk diberi pakan berupa pellet F999 dengan kandungan protein \pm 38% secara *ad satiation* atau sekenyangnya 4 kali dalam sehari. Jika induk telah matang gonad dan siap untuk dipijahkan maka induk dipindahkan ke dalam akuarium pemijahan dengan perbandingan jantan dan betina 1:1. Induk betina yang telah matang gonad dan siap untuk dipijahkan memiliki genital yang berwarna merah dan menonjol keluar dengan perut yang relatif lebih membuncit. Sedangkan induk jantan terlihat lebih agresif, genital yang sudah menonjol, dengan warna tubuh yang relatif putih bersih dan sirip bagian tepi berwarna kehitaman.

Triploidisasi

Induk ikan nila dipijahkan secara alami dengan perbandingan jantan dan betina 1:1. Setelah induk betina mengeluarkan telur 1-2 kali, maka kedua induk ikan diambil dan disimpan dalam wadah terpisah. Telur dan sperma dikeluarkan dengan cara mengurut bagian perut (*stripping*) ke arah urogenital. Telur ditampung dalam mangkuk, sedangkan sperma dikumpulkan menggunakan spuit ukuran 1 ml. Untuk menjaga telur agar tidak kering, sebelum perlakuan triploidisasi maka diberikan larutan fisiologis (NaCl 0,9%).

Telur sebanyak 150 butir dicampurkan dengan sperma sebanyak 0,15-0,2 ml ke dalam cawan petri dan ditambahkan larutan fisiologis (NaCl 0,9%), kemudian dihomogenkan atau diaduk menggunakan bulu ayam untuk mencampur telur dan sperma. Air ditambahkan ke dalam cawan petri berisi sperma dan telur, dan waktu pencampuran tersebut dihitung sebagai waktu pembuahan. Setelah dibiarkan selama 3 menit, sisa-sisa sperma dibuang atau dipisahkan dari telur dan selanjutnya air diganti dengan yang baru. Kejutan panas dilakukan 2, 3, 4, 5, dan 6 menit setelah fertilisasi selama 4 menit pada suhu $41 \pm 0,2^\circ\text{C}$ (Gambar 4). Kejutan panas dilakukan dalam akuarium ukuran 30x30x30 cm³ berisi air panas yang dikontrol dengan *heater*. Setelah itu telur diinkubasi dalam akuarium untuk proses penetasan.



Gambar 4. Perlakuan kejutan suhu



Gambar 5. *Stripping* telur ikan nila



Gambar 6. *Stripping* sperma ikan nila

Telur ikan nila yang telah diberi kejutan panas dan telur kontrol (tanpa perlakuan kejutan panas) diinkubasi dalam saringan yang sudah di-*setting* pada akuarium inkubasi. Aerasi diatur sedemikian rupa sehingga telur selalu bergerak dalam rangka menghindari telur saling menempel. Untuk mencegah serangan jamur, ke dalam media inkubasi ditambahkan *methylene blue* 0,2 ppm. Selama masa inkubasi telur, juga dilakukan pemisahan telur yang mati. Larva hasil penetasan tersebut dipelihara dalam wadah yang sama sampai dilakukan proses perparasi kromosom jaringan padat untuk mengetahui set kromosomnya.

Identifikasi Ploidi dengan Metode Preparasi Kromosom Jaringan Padat

Ikan perlakuan direndam dalam larutan kolkisin 0.07% w/v selama 5-6 jam. Selama perendaman, ikan dibiarkan berenang dalam wadah dengan aerasi yang baik. Setelah itu ikan dibunuh. Sirip ekor dan insang ikan dipotong kecil-kecil. Potongan jaringan tersebut direndam dalam larutan hipotonik (KCl 0.075 M) selama 60 menit pada suhu ruang. Larutan hipotonik diganti setiap 30 menit selama waktu perendaman dengan volume 20 kali volume jaringan. Jaringan difiksasi dengan larutan Carnoy selama 60 menit. Larutan Carnoy diganti dengan yang baru setiap 30 menit. Kemudian dilanjutkan dengan pembuatan preparat.

Jaringan yang telah difiksasi diambil dengan menggunakan pinset dan disentuh pada kertas tisu untuk menghilangkan larutan fiksatif. Kemudian jaringan tersebut diletakkan di atas gelas objek cekung dan ditambahkan 3 – 4 tetes asam asetat 50%. Setelah itu jaringan digerak-gerakkan dengan menggunakan pisau bedah secara hati-hati hingga terbentuk suspensi sel (larutan menjadi keruh). Gelas obyek yang akan digunakan sebagai preparat sebelumnya direndam di dalam Alkohol 70% minimal selama 2 jam. Suspensi sel yang terbentuk diambil dengan menggunakan pipet tetes lalu ditetaskan di atas gelas obyek yang ditempatkan di atas *hot plate* dengan suhu 45 – 50°C, dan dihisap kembali dengan cepat setelah terbentuk lingkaran (ring) dengan diameter 1 – 1.5 cm. Pada setiap gelas obyek idealnya dapat dibuat menjadi 3 lingkaran.

Preparat yang telah berisi lingkaran (ring) diwarnai dengan larutan Giemsa 10% dengan cara memberikan larutan sebanyak 3 – 5 tetes lalu disebar hingga menutupi ring dengan menggunakan tusuk gigi. Pewarnaan dilakukan selama 20 – 30 menit pada suhu kamar. Preparat dibilas dengan menggunakan akuades lalu dibiarkan kering udara. Preparat diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 1000x.

Parameter yang Diamati

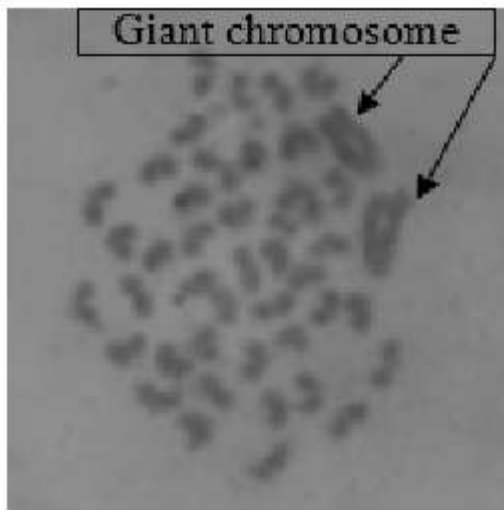
Beberapa parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah drajat penetasan atau *hatching rate* (HR) dengan formula sebagai berikut:

$$HR (\%) = \frac{\text{Jumlah telur yang menetas}}{\text{Jumlah telur yang terbuahi}} \times 100\%$$

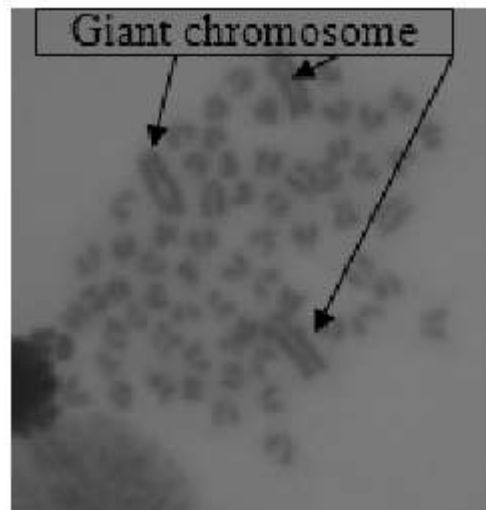
Sedangkan parameter yang lain yaitu tingkat ploidi yang ditentukan dengan cara mengamati jumlah kromosom individu yang diperiksa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi tingkat ploidi pada suatu individu dapat dilakukan dengan berbagai cara baik secara langsung atau tidak langsung. Identifikasi secara langsung dapat dilakukan dengan melakukan perhitungan jumlah kromosom dan penentuan kandungan AND sedangkan metode tidak langsung dilakukan dengan pengukuran volume inti dan sel, elektroforesis protein, pengamatan morfologi serta perhitungan jumlah nukleolus (Thorgaard, 1983). Kemudian menurut Carman (1992), penentuan tingkat ploidi secara langsung dengan melakukan perhitungan kromosom dapat memberikan hasil yang lebih akurat.



Gambar 7. Kromosom ikan nila diploid (2n normal) (2 *giant chromosome*)



Gambar 8. Kromosom ikan nila triploid (3n) (3 *giant chromosome*)

Hasil preparasi kromosom menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan terhadap gambaran dan jumlah kromosom ikan nila normal (diploid) dan triploid. Jumlah kromosom ikan nila diploid adalah sebanyak 44 buah (Gambar 7) yang di dalamnya terdapat 2 buah kromosom penanda (*giant chromosome*) (Setiadi, 1995), sedangkan jumlah kromosom ikan nila triploid adalah sebanyak 66 buah dengan 3 buah kromosom penanda (Gambar 8). Hal ini sesuai dengan Hussain *et al.* (1991) yang menyatakan bahwa ikan nila *O. niloticus* pada saat metafase kromosom pada sel ikan nila diploid sebanyak (2n) 44 buah dan ikan nila triploid (3n) sebanyak 66 buah.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Tabel 1. Data triploidisasi ikan nila dengan berbagai perlakuan kejutan panas

Perlakuan	Awal kejut (menit setelah pembuahan)	Lama kejut (menit)	HR (%)	% Triploid (sampel positif triploid/n)
1	2	4	61	Tidak bisa diamati
2	3	4	56	100 (9/9)
3	4	4	53	88 (8/9)
4	5	4	51	88 (8/9)
5	6	4	51	100 (7/7)
Kontrol	Tanpa kejut suhu		58	0 (5/5)

Nilai derajat penetasan (HR) pada setiap perlakuan memberikan hasil yang berbeda-beda (Tabel 1). Nilai derajat penetasan tertinggi terdapat pada perlakuan 1 dengan waktu awal kejut adalah 2 menit setelah pembuahan sedangkan yang terendah adalah perlakuan 4 dan 5 dengan waktu awal kejut 5 dan 6 menit setelah pembuahan. Perbedaan nilai derajat penetasan ini diduga karena perlakuan kejutan suhu pada telur setelah proses pembuahan memberikan pengaruh terhadap perkembangan embrio di dalam telur. Menurut Rustidja (1989), bahwa pemberian kejutan panas akan memberikan dampak kerusakan pada embrio. Hal ini dipertegas oleh Varadaraj dan Pandian (1990) yang menyatakan bahwa telur-telur ikan mujair (*Oreochromis mozambicus*) yang telah diberi perlakuan kejutan panas beberapa mengalami kematian sebelum terjadi penetasan menjadi larva. Namun dalam hasil ini dapat dilihat bahwa nilai HR pada kontrol juga memiliki derajat penetasan yang relatif rendah jika dibandingkan dengan perlakuan kejutan suhu yang pertama. Pada kasus ini dapat diduga bahwa rendahnya nilai HR pada kontrol terkait dengan pengaruh kualitas telur maupun sperma yang digunakan dalam penelitian ini dan pengaruh infeksi penyakit seperti serangan jamur pada telur yang telah dibuahi. Menurut Hariani (2008), derajat penetasan dapat dipengaruhi oleh kualitas telur yang digunakan dalam penelitian tersebut, selain itu Yohanna *et al.* (2008) menambahkan bahwa rendahnya derajat penetasan dalam penelitian yang dilakukan diduga dari faktor eksternal yang berkaitan dengan infeksi jamur dan protozoa pada media inkubasi. Sehingga diduga hal inilah yang menyebabkan nilai derajat penetasan pada kontrol relatif rendah dibandingkan perlakuan 1.

Persentase ikan nila triploid tertinggi (100%) terdapat pada perlakuan 2 yang diberi kejutan suhu 3 menit setelah pembuahan dan perlakuan 5 yang diberi kejutan suhu 6 menit setelah pembuahan (Tabel 1). Namun pada perlakuan 3 dan 4 juga memiliki persentase ikan nila triploid yang relatif baik dibandingkan dengan yang lain. Keberhasilan proses triploidisasi pada ikan nila ini sesuai dengan El Gamal *et al.* (1999), menyatakan bahwa dengan melakukan kejutan suhu 40-41°C selama 4-5 menit pada telur ikan nila *O. niloticus* 4-6 menit setelah pembuahan akan memperoleh ikan nila triploid dengan persentase mencapai 100%. Kemudian Chang dan Liao (1996) menambahkan bahwa dengan memberi kejutan suhu 41°C selama 4 menit pada telur ikan nila *O. aureus* 3 menit setelah pembuahan diperoleh 100% ikan nila triploid. Dari hasil yang diperoleh dalam penelitian ini dapat dikatakan bahwa perlakuan kejutan suhu (*heat shock*) yang

baik dan efisien serta memiliki HR relatif tinggi adalah pada perlakuan 2 yaitu dengan melakukan pemberian *heat shock* $41\pm 10^{\circ}\text{C}$ selama 4 menit pada telur ikan nila 3 menit setelah proses pembuahan.

KESIMPULAN

Waktu kejutan awal yang efektif untuk memperoleh ikan nila triploid adalah dengan perlakuan *heat shock* $41\pm 10^{\circ}\text{C}$ selama 4 menit adalah 3 menit setelah proses pembuahan telur oleh sperma.

DAFTAR PUSTAKA

- Bramick, U., Puckhaber B., Langholz H.J., Horstgen-Schwark G. "Testing of triploid Tilapia (*Oreochromis niloticus*) under tropical pond conditions" *Aquaculture*, 137 (1995) 343-353
- Carman, O. 1992. Chromosome set manipulation in some warm-water fish. Thesis. Tokyo: Tokyo University of Fisheries. 131 p.
- Chang, S.L. and Liao I.C. 1996. Triploidy induced by heat shock in *Oreochromis aureus*. p. 273-279. In R.S.V, Pullin, J. Lazard, M. Legendre, J.B. Amon Kothias and D. Pauly (eds.). The Third International Symposium on Tilapia in Aquaculture. ICLARM Conf. Proc. 41, 575 p.
- El Gamal, A. A., K. B. Davis, J. A. Jenkins and E. L. Torrains. 1999. Induction of triploidy and tetraploidy in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). Journal of The World Aquaculture Society 30:269-275.
- Focken, U. Horstgen-Schwark, G. Luckstadt, C. and Becker, K. 2000. Growth, metabolic rates and body composition of individually reared triploid tilapia (*Oreochromis niloticus*) in comparison to diploid full-sibs. Department of Animal Nutrition and Aquaculture in the Tropics and Subtropics, Germany: Hohenheim University.
- Hariani, D. 2008. Daya tetas ikan mas (*Cyprinus carpio*) hasil triploidi menggunakan larutan kolkhisin. Wahana, vol 51, no 2.
- Herbst, E.C. 2002. Induction of tetraploidy in zebrafish *Danio rerio* and Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. Thesis. Charlotte: University of North Carolina; hlm 2.
- Hussain MG, Chatterji A, McAndrew BJ, and Johnstone R. 1991. Triploidy induction in Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* L. using pressure, heat, and cold shocks. Theor. Appl. Genet.:81:6-12.
- KKP. 2010. Rencana Strategis Kementerian Perikanan dan Kelautan 2010-2014. Kementerian Kelautan dan Perikanan, Jakarta.
- Rustidja. 1989. Artificial induced breeding and triploidy in the Asian catfish. Thesis. Program Pasca Sarjana. Bogor: Institut Pertanian Bogor. 80 p.
- Setiadi Y. 1995. Pengaruh Waktu Awal Kejutan Panas Terhadap Keberhasilan Triploidisasi Ikan Nila Merah (*Oreochromis* sp.). Skripsi. Program Studi Budidaya Perairan. Fakultas Perikanan. Institut Pertanian Bogor.
- Thorgaard, G.H. 1983. Chromosome set manipulation and sex control in fish. In W.S. Hoar, D.J. Randall and E.M. Donalson (Editors), "Fish Physiology", Vol.IXB. Academic Press. New York, p. 405-434.

- Varadaraj, K. and T.J. Pandian. 1990. Production all female sterile-triploid *Oreochromis mozambicus*. *Aquaculture*, 84: 117-123.
- Yohanna, R.W. Subagja, J. dan Gustiano, R. 2008. Reproduksi ikan nila (*Oreochromis niloticus*) seleksi dan non seleksi dengan pemijahan buatan: karakter induk, telur, embrio, dan benih. Bogor: Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar. *Iktiologi Indonesia*, vol 8, no 1.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Lampiran 1. Daftar Riwayat Hidup

--

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

A large empty rectangular box for writing or drawing.

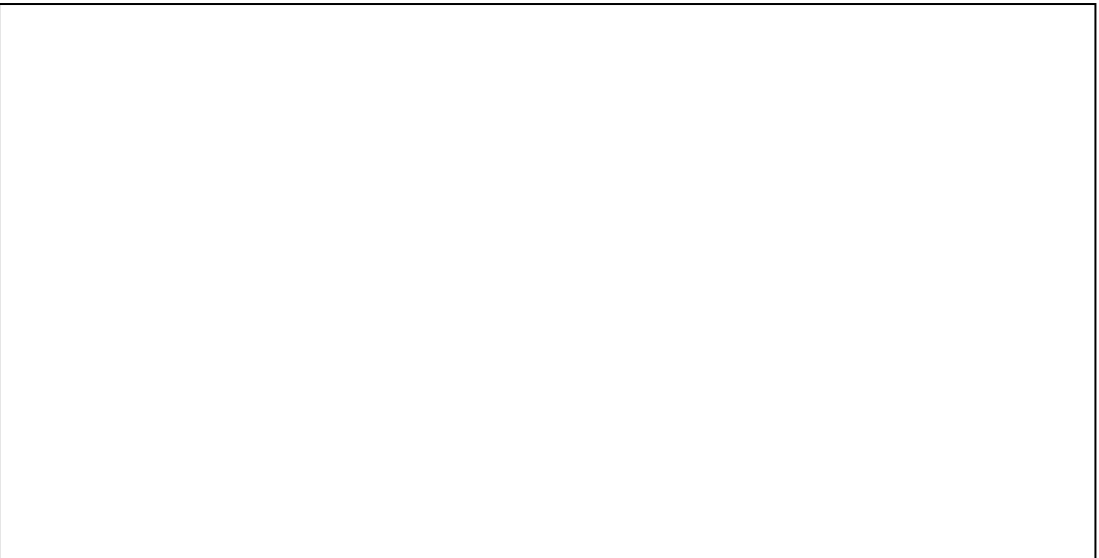
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.