

PENGARUH IMPLANTASI HCG PADA PERKEMBANGAN TELUR, PEMATANGAN AKHIR GONAD, DAN PEMIJAHAN IKAN *Tor soro*

Jojo Subagja^{*)} dan Rudhy Gustiano^{*)}

ABSTRAK

Penelitian tentang implantasi hormon Human Chorionic Gonadotropin (HCG) dengan tujuan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap perkembangan pematangan akhir gonad dan pemijahan ikan *Tor soro* telah dilakukan di Instalasi Riset Plasma Nutfah Perikanan Budidaya Air Tawar, Cijeruk-Bogor. Perlakuan dosis hormon yang diimplantasikan adalah: 300; 400; 500 IU.Kg⁻¹ bobot tubuh dan kontrol (tanpa hormon). Hasil penelitian menunjukkan ada perbedaan nyata antara perlakuan pada pengamatan ke 25 dan 50 hari setelah implantasi, yaitu pemberian pelet hormon dengan kadar 500 IU.kg⁻¹ bobot tubuh, menghasilkan perkembangan diameter oosit paling besar dengan rata-ran diameter oosit $3,07 \pm 0,31$ mm dibandingkan dengan perlakuan lainnya, diikuti perlakuan kontrol, 300 IU.kg⁻¹ bobot tubuh dan 400 IU.kg⁻¹ bobot tubuh, dengan nilai rata-ran berturut-turut $2,11 \pm 0,53$ mm; $1,97 \pm 0,55$ mm; dan $0,87 \pm 0,50$ mm. Keberhasilan pemijahan pada dosis implan 500 IU. kg⁻¹ bobot tubuh mencapai 100% dengan kisaran waktu laten antara 25 dan 27 jam dengan suhu inkubasi 22°C–24°C, serta larva normal berkembang mencapai 90,19%.

ABSTRACT: *The effect of HCG hormone implantation on the eggs development, final maturation, and spawning rate of Tor soro. By: Jojo Subagja and Rudhy Gustiano*

Study aimed to identify the effect of Human Chorionic Gonadotropin hormone implantation on gonadal development, final maturation, and spawning of Tor soro was conducted at Research Instalation of Germ Plasm Cijeruk-Bogor. Experimental dosage of hormone treated were 300, 400, 500 IU kg⁻¹ body weight and control (without hormonal treatment). The result showed a significant difference between each treatment observed at the 25th and 50th day after implantation. Hormon pellet at dosage 500 IU kg⁻¹ body weight produced the biggest oocytes with average diameter 3.07 ± 0.31 mm, and followed by control, 300 IU treatment and 400 IU treatment with average diameter were 2.11 ± 0.53 mm, 1.97 ± 0.55 mm and 0.87 ± 0.50 mm, respectively. Succesful spawning rate of Tor soro treated hormone pellet of 500 IU kg⁻¹ body weight reached of 100% at latency time of 25–27 hour (incubation temperature of 22°C–24°C) and larvae developed normally of 90.19%.

KEYWORDS: *gonad maturation, HCG hormone, implantation, induced ovulation, Tor soro*

PENDAHULUAN

Ikan "Batak" (*Tor soro*) atau di Sumatera Utara dikenal dengan "Ihan" termasuk ikan ekonomis penting. Kini populasi ikan tersebut sudah jarang ditemui di alam dan termasuk kategori langka karena penangkapan yang berlebih, serta adanya desakan dan kerusakan lingkung-

an habitat ikan-ikan tersebut berkembang biak. Masalah yang dihadapi dewasa ini adalah bahwa *Tor soro* sebagai ikan perairan umum belum berhasil dibudidayakan. Dengan demikian informasi dan pengetahuan tentang teknologi domestikasi dan pembenihan perlu mendapat perhatian. Salah satu rangkaian dalam tahapan

^{*)} Peneliti pada Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar, Bogor

domestikasi adalah teknologi pematangan gonad (Hardjamulia *et al.*, 2000).

Ikan-ikan yang baru didomestikasi atau dibudidayakan seperti ikan *Tor soro* ini, perkembangan gonad hingga mencapai kematangan oosit akhir masih lambat, meskipun diberi pakan bermutu serta habitat yang memadai. Perkembangan gonad yang lambat terjadi diduga karena ketersediaan hormon gonadotropin (GtH) dalam tubuh atau melalui rangsangannya dari luar tidak memadai.

Ada tiga sumber penyebab utama hal tersebut terjadi yaitu: 1) Kondisi lingkungan budi daya tidak sama dengan kondisi alamiah ikan *Tor soro*, sehingga sinyal lingkungan yang ada di habitat budi daya tidak mampu merangsang sistem saraf pusat (kelenjar hipofisis) untuk mensekresikan GtH-I dan GtH-II dalam komposisi dan jumlah yang memadai, untuk proses vitelogenesis dan pematangan gonad akhir; 2) Jumlah dan kualitas hormon GtH I dan GtH II tidak serasi atau tidak proporsional dengan potensi perkembangan reproduksi ikan, seperti umur dan ukuran ikan; 3) Kualitas dan kuantitas nutrisi pakan yang merupakan komponen utama menjadi pembatas vitelogenesis.

Perkembangan diameter telur merupakan proses akumulasi vitelogenin yang disintesis hati ke dalam oosit dan dalam prosesnya melibatkan hormon gonadotropin. Pada kondisi alamiah perkembangan reproduksi dan pemijahan ikan dikontrol oleh faktor lingkungan seperti fotoperiodisitas, suhu, pakan, kualitas air, substrat dan prehormon "*fetricor*" (Bromage *et al.*, 1995). Pada kondisi pemeliharaan ikan dalam wadah budi daya, tidak semua faktor-faktor tersebut dapat diaplikasikan. Oleh sebab itu manipulasi hormon atau kombinasi antara manipulasi hormon dengan lingkungan, merupakan alternatif dalam bidang reproduksi, khususnya dalam proses pematangan gonad (Zairin, 2003).

Untuk mengatasi perkembangan gonad dan pematangan oosit tingkat akhir yang lambat, maka perlu dilakukan rangsangan hormon melalui implantasi hormon HCG agar hormon dilepaskan secara perlahan dan berlanjut dalam waktu relatif lama. Keberhasilan pengaruh pemberian hormon terhadap perkembangan kematangan gonad harus didukung dengan kondisi lingkungan pemeliharaan dan pemberian pakan yang memadai. Informasi tentang penggunaan HCG yang diberikan

secara implantasi belum pernah dilakukan pada ikan *Tor soro*. Dengan demikian perlu dilakukan penelitian, agar diperoleh informasi perkembangan gonad dan rangsangan penyuntikan ovulasi sehingga bermanfaat dalam manajemen pembenihan ikan *Tor soro*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dosis optimal hormon HCG yang diimplantasikan pada ikan *Tor soro*, terhadap perkembangan tingkat kematangan akhir oosit serta keberhasilan pemijahan.

BAHAN DAN METODE

Ikan Uji dan Penanganannya

Penelitian ini dilakukan di Instalasi Riset Plasma Nutfah Perikanan Budidaya Air Tawar di Cijeruk, Bogor berlangsung selama 4 bulan. Ikan uji yang dipergunakan adalah induk ikan *Tor soro* dengan kisaran bobot awal 540—1120 g, terdiri atas 12 ekor betina dan 6 ekor jantan, induk dipelihara di dalam kolam tembok ukuran 60 m², masing-masing induk betina diberi nomor (*Streamer-tagging*) yang dipasang pada pangkal sirip dorsal. Ikan diberi pakan komersial berkadar protein 35%—37%, sebanyak 2% dari bobot biomasa ikan, diberikan dua kali sehari yaitu pagi dan sore.

Implantasi Hormon

Hormon yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah HCG diberikan dengan metode implantasi. Pembuatan pelet berhormon mengikuti metode yang dikemukakan Lee *et al.* (1986) dengan sedikit memodifikasi ukuran diameter pelet menjadi lebih kecil yaitu: diameter 2 mm, panjang 5 mm.

Rancangan percobaan menggunakan acak lengkap, dengan tiga ulangan individu. Perlakuan berupa perbedaan dosis HCG.kg⁻¹ bobot tubuh yaitu 300 IU, 400 IU, 500 IU, dan kontrol. Pelet HCG diimplantasikan di bagian belakang sirip dorsal menggunakan jarum '*implanter*', induk sebelumnya dibius dengan 2-Phenoxy ethanol 0,3 ml.L⁻¹, luka bekas lubang jarum kemudian diolesi dengan antibiotik "*Terramycine*".

Pengamatan Gonad dan Kualitas Air

Pemeriksaan oosit dilakukan setiap 25 hari, sampel oosit diambil menggunakan kanula polietilene berdiameter luar 3 mm. Sampel telur sebanyak ± 30 butir diukur diameternya menggunakan mikroskop binokuler, dan hasil

pengukuran dari masing-masing induk betina ditabulasikan untuk mengetahui sebaran distribusi.

Bersamaan dengan waktu pengamatan gonad dilakukan penimbangan bobot induk ikan serta pengukuran kualitas air kolam meliputi: kadar oksigen, NH_3 , pH, dan suhu.

Seleksi Induk Sebelum Penyuntikan

Kondisi gonad yang dapat dilakukan untuk pemijahan bila diameter oosit sudah mencapai modul lebih besar dari 2,6 mm (Asih & Subagja, 2003). Seleksi induk dilakukan sehari sebelum pemijahan, sedangkan ikan jantan yang sudah siap dipergunakan untuk pembuahan ditandai, bila dilakukan pengurutan pada bagian posterior abdominal, maka akan keluar cairan semen.

Perlakuan Hormon pada Proses Pematangan Akhir dan Ovulasi

Ovaprim merupakan hormon yang digunakan untuk merangsang ovulasi. Setiap 1 mL ovaprim mengandung 20 mg GnRha (D-Arg6, Trp7, Leu8, Pro9, Net) dan 10 mg Domperidone (Chang & Peter, 1983). Penyuntikan ovulasi dilakukan 2 kali dengan dosis total 0.8 ml.kg⁻¹ bobot badan. Interval waktu penyuntikan pertama ke penyuntikan kedua adalah 8 jam. Waktu laten dihitung mulai dari penyuntikan kedua hingga terjadi ovulasi (Legendre *et al.*, 2000b). Sebagai data penunjang diamati perubahan suhu dan kualitas air.

Pembuahan Buatan dan Inkubasi Telur

Sperma diperoleh dengan cara mengurut (*stripping*) ikan jantan yang matang kelamin, semen yang keluar disedot menggunakan syringe 10 mL kemudian diencerkan menggunakan NaCl 0,9% dengan perbandingan 1 bagian semen dan 4 bagian NaCl. Campuran tersebut selanjutnya disimpan pada *refrigerator* pada suhu 4°C—5°C (Legendre *et al.*, 2000a; Cacot, 1998). Persiapan ini dilakukan 2 jam sebelum pengecekan ikan betina. Pembuahan terhadap contoh telur (antara 50 dan 100 butir) hasil *stripping* dilakukan dengan mencampurkan 0,5 mL larutan semen, dan diaktivasi dengan menambahkan 30 mL air bersih serta dilakukan pengadukan secara perlahan menggunakan bulu ayam. Selanjutnya, setelah satu menit, dibilas untuk membuang sisa sperma, dan telur yang telah bersih diinkubasikan pada wadah plastik volume 300 mL dengan perendaman air. Perlakuan ini diulang 2 kali untuk masing-

masing induk betina. Setelah terjadi penetasan, persentase daya tetas, larva normal, dan abnormalitas larva dievaluasi untuk mengetahui kualitas dari masing-masing induk betina.

HASIL DAN BAHASAN

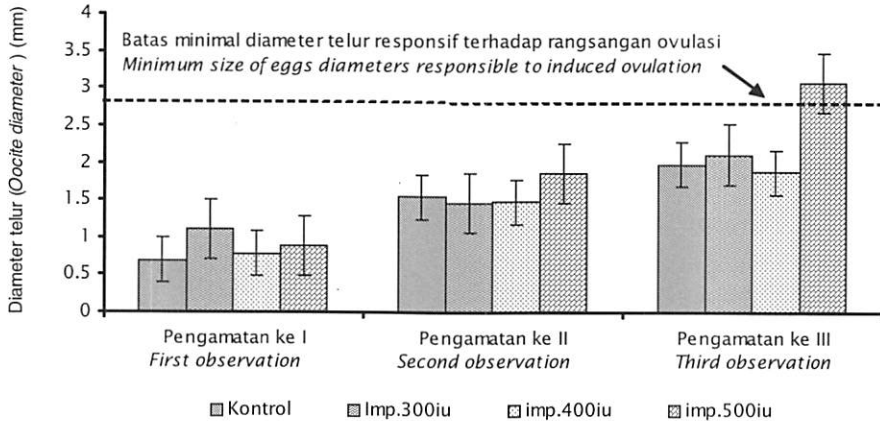
Perkembangan Diameter Telur

Perkembangan diameter oosit selama penelitian tertera pada Gambar 1, dengan jumlah induk yang diamati sebanyak 12 ekor.

Berdasarkan analisis sidik ragam terhadap perkembangan diameter telur pada perlakuan implantasi, menunjukkan pengaruh nyata antara pengamatan hari ke-25 dan 50 ($P < 0,05$). Uji lebih lanjut pada perlakuan implantasi dengan dosis 500 IU.kg⁻¹ bobot badan menghasilkan ukuran rata-rata diameter oosit paling besar $3,07 \pm 0,31$ mm dibandingkan dengan perlakuan lainnya dan kontrol, rata-rata diameter oosit pada perlakuan implan dengan dosis 300 IU, 400 IU kg⁻¹ bobot badan dan kontrol (tanpa implan) masing-masing sebesar $2,11 \pm 0,53$ mm; $1,87 \pm 0,50$ mm; dan $1,97 \pm 0,55$ mm.

Mekanisme siklus reproduksi diawali dengan adanya sinyal lingkungan yang diterima oleh sistem syaraf pusat dan diteruskan ke hipotalamus. Sebagai respon, hipotalamus akan melepaskan hormon gonadotropin (GnRH). Gonadotropin yang dihasilkan hipofisa meliputi FSH (*Folicle Stimulating Hormone*), LH (*Luteinizing Hormone*) dan Luteotropin atau Prolaktin berperan merangsang aktivitas gonad untuk berkembang (Matty, 1985). Hormon-hormon tersebut merupakan kontrol utama pada awal siklus reproduksi hingga terjadinya ovulasi dan spermiasi pada ikan. Gonadotropin yang mengatur reproduksi dalam pematangan tahap akhir oosit, ovulasi, dan spermatogenesis adalah *Folicle Stimulating Hormone* (FSH) dan *Luteinizing Hormone* (LH) (Zairin, 2003). Pada ikan, FSH dikenal dengan gonadotropin I (GtH I) dan LH dikenal dengan gonadotropin II (GtH II). Swanson (1991) mengemukakan lebih rinci bahwa peranan GtH I yang disekresikan oleh kelenjar adenohipofise berperan dalam proses *vitellogenesis*, sedangkan GtH II lebih dominan pada proses pematangan akhir.

Hasil penelitian pada ikan yang diimplan dengan hormon HCG dosis 500 IU.kg⁻¹ bobot badan memperlihatkan kesesuaian jumlah hormon reproduksi dalam tubuh untuk memacu perkembangan telur pada tahap *vitellogenesis*



Gambar 1. Perkembangan diameter oosit dari masing-masing dosis implant dan kontrol ikan *Tor soro* selama penelitian. (n = 50 oosit)

Figure 1. Development of oocyte diameter resulted from each dosage of implant treatments and control of *Tor soro* (n=50 eggs)

dan dilanjutkan pematangan akhir gonad, yang dibuktikan dengan dicapainya diameter oosit maksimum (>2,6 mm).

Hormon HCG adalah hormon glikoprotein dengan bobot molekul 40.000 kDa, mengandung gugus heksosa, manosa, galaktosa, dan asam sialat. Diketahui bahwa asam sialat memegang peranan penting dalam menentukan lamanya hormon tersebut beredar dalam darah (Mc Shan, 1977 dalam Efrizal, 1995). Pada penelitian ini HCG dengan dosis 500 IU.kg⁻¹ bobot tubuh mulai memperlihatkan hasilnya dalam meningkatkan diameter oosit setelah hari ke-50 (sampling ke-2) sehingga pada saat sampling ke-3 diameter oosit sudah melewati modul yang siap untuk injeksi ovulasi (>2,6 mm). Sementara hasil penelitian yang dilakukan Supriyadi (2004), hormon HCG 400 IU yang dikombinasi dengan 17 α -MT 200 μ g.kg⁻¹ bobot badan, dalam bentuk emulsi air-minyak-air (WOW) yang diberikan setiap 2 minggu, pada hari ke-56 dan 98 dapat meningkatkan kadar estradiol plasma yang diikuti dengan peningkatan diameter oosit pada ikan baung (*Hemibagrus nemurus*).

Perkembangan Bobot Tubuh

Pertumbuhan bobot tubuh ikan selama penelitian tertera pada Gambar 2. Pertumbuhan dalam individu ialah penambahan jaringan tubuh akibat dari pembelahan sel secara mitosis. Hal ini terjadi apabila ada kelebihan input energi dari asam amino (protein) yang berasal

dari makanan. Makanan akan digunakan oleh tubuh untuk keperluan metabolisme dasar, pergerakan, produksi organ seksual, perawatan bagian-bagian tubuh atau mengganti sel-sel yang sudah tidak terpakai (Halver & Hardy, 2002).

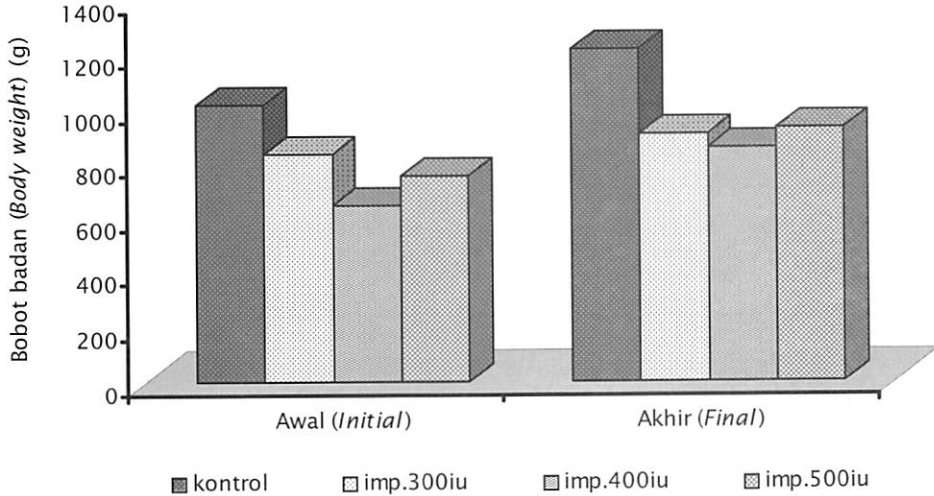
Pertambahan bobot rata-rata dari setiap perlakuan selama percobaan tertera dalam Tabel 1.

Selama penelitian berlangsung hampir semua bobot tubuh ikan mengalami pertambahan, kecuali pada perlakuan implan 300 IU.kg⁻¹ bobot badan ada satu individu yang tidak mengalami pertumbuhan. Ikan tersebut sakit karena infeksi akibat pemberian tanda (tagging) di bagian pangkal sirip dorsal. Secara umum, perkembangan bobot tubuh berhubungan dengan peningkatan perkembangan gonad, yang ditandai dengan semakin meningkatnya ukuran diameter oosit.

Pemijahan Ikan *Tor soro*

Pemijahan buatan dilakukan satu minggu setelah sampling terakhir pada induk dari masing-masing perlakuan. Hasil pemijahan dan waktu laten tertera pada Tabel 2.

Dari Tabel 2 terlihat bahwa kesesuaian diameter oosit sangat menentukan terhadap keberhasilan pemijahan. Pada kelompok induk hasil implan hormon HCG 500 IU.kg⁻¹ bobot tubuh semua induk betina dapat ovulasi, dan telur dapat dikeluarkan secara total pada saat



Gambar 2. Bobot awal dan bobot akhir ikan uji selama penelitian ikan *Tor soro* (SD n=3)
 Figure2. Initial and final body weight of *Tor soro* during implanted by HCG hormone (SD n=3)

Tabel 1. Bobot awal, bobot akhir, dan pertambahan bobot ikan uji pada penelitian ikan *Tor soro* (nilai rata-rata ± SD)

Table 1. Initial and final body weight and growth rate of *Tor soro* in hormone implantation treatments (average ± SD)

Perlakuan Tretments	Bobot awal (g) Initial weight (g)	Bobot akhir g Final weight (g)	Pertambahan bobot (%) Weight gain (%)
Kontrol (<i>Sham</i>)	1017 ± 96	1217 ± 29	16.31 ± 9.47
Implant.300 IU	837 ± 64	907 ± 101	7.35 ± 6.68
Implant.400 IU	647 ± 92	857 ± 277	21.25 ± 15.65
Implant.500 IU	753 ± 6	927 ± 25	18.67 ± 2.22

pengecekan pertama, dari kelompok ikan tersebut diameter telur sudah lebih besar dari 2,6 mm dengan kisaran 2,9—3,2 mm, dengan waktu laten yaitu lama waktu terjadi ovulasi setelah suntik kedua rata-rata 25 jam. Sementara pada perlakuan kontrol, implan hormon HCG sebanyak 300 IU.kg⁻¹ bobot tubuh, dan 400 IU kg⁻¹ bobot tubuh, rata-rata diameter oosit lebih kecil dari 2,6 mm pada saat sebelum penyuntikan ovaprim, hampir semua kelompok ikan *Tor soro* mengalami ovulasi parsial, sehingga dilakukan pengulangan *stripping* hingga 2—3 kali. Berdasarkan hasil pengalaman, bila induk dilakukan *stripping* lebih dari 2 kali, biasanya induk tersebut mati setelah 3—5 hari pasca suntik, dengan demikian keberhasilan

melakukan *stripping* sekali akan mengurangi risiko kematian induk.

Dengan demikian, tampak dengan jelas bahwa oosit yang dapat diovasikan adalah yang memiliki diameter lebih besar dari 2,6 mm, serta responsif terhadap rangsangan hormon yang diberikan, diperkirakan diameter telur tersebut adalah ukuran yang sudah mencapai matang akhir.

Fertilisasi, Daya Tetap, dan Normalitas Larva Ikan *Tor soro*

Pengamatan derajat fertilisasi, setelah 2—4 jam aktivasi spermatozoa pada suhu inkubasi 22°C—24°C, telur ikan *Tor soro* yang mengalami

Tabel.2. Keberhasilan pemijahan serta rata-rata waktu laten setelah penyuntikan dengan ovaprim 0,8 mL.kg⁻¹ bobot tubuh, 2 kali penyuntikan dengan selang waktu penyuntikan 8 jam terhadap ikan *Tor soro*, kisaran suhu air inkubasi antara 22°C sampai 24°C

Table 2. *Successful of ovulation and average latency time of Tor soro after inducing with ovaprim total dosage 0.8 mL.kg⁻¹body weight, 8 hours interval injection, Water temperature ranged between 22°C to 24°C*

Perlakuan <i>Treatments</i>	Betina yang disuntik <i>Females target</i>	Sukses pemijahan <i>Spawning rate (%)</i>	Rata-rata waktu laten (Jam) <i>Average of latency time (Hours)</i>
Kontrol <i>Sham control</i>	3 ekor	66.6 (Ovulasi parsial/ <i>Partial ovulation</i>)	27.25 ± 3.20
Implan 300 IU	3 ekor	33.3 (ovulasi parsial/ <i>Partial ovulation</i>)	27.20 ± 3.30
Implan 400 IU	2 ekor	50.0 (Ovulasi parsial/ <i>Partial ovulation</i>)	26.50 ± 3.10
Implan 500 IU	3 ekor	100.0 (Ovulasi total/ <i>Total ovulation</i>)	25.30 ± 1.50

pembuahan ditandai dengan berkembangnya zigot menjadi dua sel yang homogen, sementara telur yang tidak terbuahi zigotnya berkembang tidak teratur /irregular form, (Legendre et al., 1998). Derajat pembuahan dari masing-masing induk betina yang mengalami implantasi dan rangsangan ovulasi tertera dalam Tabel 3.

Dari hasil analisis varian terhadap parameter di atas, daya fertilisasi telur memperlihatkan perbedaan signifikan antara perlakuan (P<0,05), sementara daya tetas dan normalitas larva tidak signifikan (P>0,05). Dengan melihat persentase dari masing-masing parameter yang terdapat dalam Tabel 3 di atas, maka untuk setiap 100

butir telur akan diperoleh larva normal dari masing-masing perlakuan yaitu: kontrol, 300 IU, 400 IU, dan 500 IU dengan nilai berturut-turut 44, 2, 26, dan 52 ekor. Dengan demikian dari induk yang diimplantasi dengan hormon HCG dosis 500 IU.kg⁻¹ diperoleh produktivitas larva normal paling tinggi. Hasil pemijahan buatan yang dilakukan sebelumnya diperoleh data kisaran fekunditas per kg bobot induk antara 705 dan 1067 butir, dengan persamaan regresi bobot tubuh, $Y = 0,3054 X + 1289,9$.

KESIMPULAN

Hormon HCG dengan dosis 500 IU.kg⁻¹ bobot badan memberikan pengaruh terbaik

Tabel 3. Rata-rata derajat fertilisasi (%), daya tetas dan normalitas larva ikan *Tor soro*
Table 3. *Average of fertilization (%), hatching rate and normality of larvae Tor soro*

Perlakuan <i>Treatment</i>	Rata-rata pembuahan <i>Average of fertilization (%)</i>	Rata-rata daya tetas <i>Average of hatching rate (%)</i>	Rata-rata larva normal <i>Average of normal larvae (%)</i>
Kontrol	66.67 ^a	68.51	96.55 ^a
Implan 300 IU.kg ⁻¹	30 ^a	5.0	85 ^a
Implan 400 IU.kg ⁻¹	94.2 ^b	32.78	85.19 ^a
Implan 500 IU.kg ⁻¹	91.1 ^b	63.58	90.19 ^a

pada perkembangan oosit rata-rata diameter $3,07 \pm 0,31$ mm setelah hari ke-50, dengan tingkat keberhasilan pemijahan 100%, dan normalitas larva 90,19%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar (BRPBAT), Bogor yang telah membiayai penelitian ini yaitu melalui APBN 2004. Terima kasih juga disampaikan kepada Sdr. Wawan Setiawan, Sirod, dan Deni yang telah membantu pelaksanaan kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Asih, S. dan J. Subagja. 2003. Pembenuhan ikan batak (*Tor soro*) dalam mendukung kegiatan perikanan yang berbasis budidaya "CBF", Makalah disampaikan pada Sosialisasi CBF di Danau Toba, 5—6 Pebruari 2003, 12 pp.
- Bromage, N.R. and R.J. Roberts. 1995. Broodstock Management and Egg and Larval Quality. Balckwell Science, Oxford, UK, 42 pp.
- Chang, J.P. and R.E. Peter. 1983. Effect of dopamine on gonadotropin release in female goldfish, *Carassius auratus*, Neuroendocrinology, 36: 351—357.
- Cacot, P. 1998. Description of the sexual cycle related to the environment and set up of the artificial propagation in *Pangasius bocourti* and *Pangasius hypophthalmus* reared in floating cages and in ponds in the Mekong Delta, Proc. Mid-term Catfish Asia Project, Cantho, Vietnam, p. 71—89.
- Efrizal, 1995. Pengaruh Penyuntikan 17 α -Hidroksi Progesteron dan hCG terhadap Ovulasi dan Kualitas telur Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*, Bruchell). Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, 65 pp.
- Hardjamulia, A., S. Asih, N. Suhenda, dan B. Muharam. 2000. Pelestarian *ex situ* Plasma Nutfah ikan mas (*Cyprinus carpio*) dan ikan *Tor soro*. Annual report The Participatory Development Technology Project PAATP. Balitkankar Sukamandi, 15 pp.
- Halver, J.E. and R.W. Hardy. 2002. *Fish Nutrition*, "Third edition", Academic Press, Amsterdam, 767 pp.
- Lee, C.S., C.S. Tamaru, and L.W. Crim. 1986. Influence of Chorionic Administration of LHRH-Analogue and/or 17 α -Methyl-testosterone on Maturation in Milkfish, *Chanos chanos*, Aquaculture, 59: 147—159.
- Legendre, M., J. Subagja, and J. Slembrouck. 1998. Absence of marked seasonal variations in sexual maturity of *Pangasius hypophthalmus* brooders held in ponds at the Sukamandi Station (Java, Indonesia), Proc. Mid-term Catfish Asia Project, Cantho, Vietnam, p. 91—96.
- Legendre, M., J. Slembrouck, J. Subagja, and A.H. Kristanto, O. Komarudin, Sudarto, and Maskur. 2000a. *Pangasius djambal*: A New Candidate Species for Fish Culture in Indonesia, IARD Journal, 22: 1—14.
- Legendre, M., J. Slembrouck, J. Subagja, and A.H. Kristanto. 2000b. Ovulation rate, latency time and ova viability after GnRH-or hCG. Induced breeding in the Asian catfish *Pangasius hypophthalmus* (Siluriformes, Pangasiidae). Aquat. Living Resour, 13: 145—151.
- Matty, A.J. 1985. Fish Endocrinology. Timber Press, Portland. USA, 267 pp.
- Zairin, M.J. 2003. Endokrinologi dan peranannya bagi masa depan perikanan Indonesia, Orasi Ilmiah Guru Besar Tetap Ilmu Fisiologi Reproduksi dan Endokrinologi Hewan Air, Fak. Perik. dan Ilmu Kelautan, IPB, 70 pp.
- Supriyadi. 2004. Efektivitas pemberian HCG dan 17 α Metyltestosteron yang dienkapsulasi di dalam emulsi terhadap perkembangan gonad ikan Baung (*Hemibagrus nemurus* Blkr.), Thesis S2, Ilmu Perairan IPB, 65 pp.
- Swanson, P. 1991. Salmon Gonadotropins Reconciling Old and New Ideas, Proc. of the Fourth International Symposium on the Reproductive Physiology of Fish, Published. Fish Symp, Norwich. U.K., p. 2—7.