

Perubahan plasma darah dan kematangan gonad pada ikan betina *Tor soro* di kolam pemeliharaan

[Changes of blood plasma and gonadal maturity on female *Tor soro* in pond]

Hesti Wahyuningsih^{1,2,✉}, Muhammad Zairin Jr.³, Agus Oman Sudrajat³,
Ligaya ITA Tumbelaka⁴, Wasmen Manalu⁴

¹Mahasiswa Pascasarjana Insitut Pertanian Bogor

²Fakultas MIPA, Universitas Sumatera Utara

³Fakultas Perikanan dan Kelautan Insitut Pertanian Bogor

⁴Fakultas Kedokteran Hewan Insitut Pertanian Bogor

✉ Fakultas MIPA, Universitas Sumatera Utara

Jln. Bioteknologi No. 1 Kampus USU Medan

Surel: hestiw_ningsih@yahoo.co.id

Diterima: 4 Agustus 2011; Disetujui: 24 April 2012

Abstrak

Tor soro merupakan ikan endemik di Sumatera Utara dengan populasinya yang kian menurun. Saat ini, *Tor soro* telah mengalami teknologi domestikasi dan mampu dilakukan perbanyakan ikan pada kolam budidaya sejak tahun 2000. Informasi tentang reproduksi ikan ini masih sangat sedikit sehingga perlu adanya kajian tentang perkembangan gonad sebagai data awal pengembangan budi daya. Dalam studi ini digunakan delapan ekor betina muda. Pengukuran diameter oosit dan parameter biokimia plasma darah dilakukan sebulan sekali selama setahun (April 2009-Maret 2010). Konsentrasi estradiol-17 β yang tinggi diperoleh pada bulan Juli 2009 (0,9 \pm 0,8 ng ml⁻¹), kemudian menurun drastis pada bulan Agustus 2009 (0,20 \pm 0,16 ng ml⁻¹) dan kembali meningkat hingga mencapai konsentrasi tertinggi pada bulan Maret 2010. Tingginya konsentrasi estradiol-17 β ini menunjukkan puncak vitelogenesis menuju maturasi. Hasil pengukuran biokimia plasma (total protein, kolesterol dan trigliserida, kecuali glukosa) yang rendah diperoleh pada bulan Juni 2009 (total protein 3,9 \pm 0,359 g dl⁻¹; kolesterol 0,13 \pm 0,014 g dl⁻¹; trigliserida 0,1 \pm 0,021 g dl⁻¹) yang terjadi pada saat ukuran oosit mencapai maksimum. Konsentrasi glukosa terendah pada bulan September 2009 (0,04 \pm 0,019 g dl⁻¹) saat ikan mengalami ovulasi, dan selanjutnya meningkat secara bertahap hingga mencapai optimal pada bulan Februari 2010 (0,12 \pm 0,003 g dl⁻¹). Perkembangan kematangan gonad mencapai optimum pada bulan Juni dan September 2009.

Kata kunci: biokimia plasma, estradiol-17 β , gonad, *Tor soro*.

Abstract

Tor soro is an endemic species of freshwater fish in North Sumatera. Year by year the population of *Tor soro* tend to decrease. Currently, *Torsoro* has had technology of domestication. In order to support the success of breeding of *Tor soro*, information on the gonad development is urgently needed. Oocyte diameter and biochemistry of blood plasma of eight young females was carried out every month during a year (April 2009-March 2010). The estradiol-17 β concentration was high received in July (0.9 \pm 0.8 ng ml⁻¹), then decreased drastically in August (0.20 \pm 0.16 ng ml⁻¹) and again increased until achieving the highest concentration in March. The highest of the estradiol-17 β concentration correspond the peak of vitellogenesis towards the maturation. Biochemistry of blood plasma low in June as follow protein total 3.9 \pm 0.359 g dl⁻¹; cholesterol 0.13 \pm 0.014 g dl⁻¹; triglyceride 0.1 \pm 0.021 g dl⁻¹ occurred at the time of the maximum size oocyte development. Concentration of low glucose existed in September (0.04 \pm 0.019 g dl⁻¹) when the fish ovulated, this condition increased gradually up to optimal in February (0.12 \pm 0.003 g dl⁻¹). Meanwhile optimal ovarian maturity occurred in June and September.

Keywords: plasma biochemistry, estradiol-17 β , gonads, *Tor soro*.

Pendahuluan

Ikan *Tor soro* yang termasuk ke dalam subfamili Cyprinidae, famili Cyprinidae, ordo Cypriniformes merupakan salah satu spesies *Tor* yang endemik di Sumatera Utara dan salah satu spesies ikan air tawar yang mempunyai nilai ekonomis dan budaya yang tinggi. Populasi ikan *Tor*

soro ini di alam tergolong langka, meskipun upaya konservasi ikan ini di alam telah dilakukan masyarakat agar tetap berkembang biak (Kottelat *et al.*, 1993). Saat ini, ikan *Tor soro* telah mengalami teknologi domestikasi dan mampu dilakukan perbanyakan ikan pada kolam budidaya sejak tahun 2000, namun belum menunjukkan produksi

yang tinggi karena masih sulitnya mendapatkan induk yang matang gonad. Secara umum masyarakat hanya melakukan pembesaran ikan-ikan *Tor* yang masih kecil di keramba hingga mencapai ukuran tertentu dengan tujuan untuk dijual.

Perkembangan gonad merupakan salah satu tahap perkembangan reproduksi yang sangat penting selama siklus hidup hewan. Setelah mengalami maturasi sempurna, ikan akan menghasilkan telur-telur dan sperma yang masak. Pada beberapa ikan tropis air tawar, seperti ikan tilapia, pematangan gonad sangat berkaitan dengan pencahayaan dan perubahan suhu sepanjang tahun (Campos-Mendoza *et al.*, 2004).

Faktor-faktor lingkungan ini juga merangsang produksi beberapa hormon steroid, seperti testosterone, estradiol-17 β , 17,20b-dihidroksi-4-pregnen-3-one dan 11-ketotestosteron. Hormon-hormon tersebut sangat berperan dalam perkembangan dan maturasi gonad ikan jantan dan betina (Lubzens *et al.*, 2010; Schulz *et al.*, 2010). Apabila salah satu dari hormon tersebut tidak tercukupi dalam tubuh ikan, maka perkembangan gonad akan terganggu. Penambahan hormon eksogen untuk perkembangan pematangan akhir gonad dan pemijahan pada ikan *Tor soro* telah dilakukan. Pemberian inplantasi hormon HCG dengan dosis 500 iu.kg⁻¹ bobot badan ternyata menunjukkan adanya perkembangan diameter oosit terbaik dengan rata-rata diameter 3,07 \pm 0,31 mm setelah hari ke-50 dengan tingkat keberhasilan pemijahan 100% (Subagja & Gustiano, 2006).

Estradiol-17 β merupakan hormon pengontrol sintesis vitelogenin di hati pada ikan betina yang matang kelamin. Vitelogenin akan dipindahkan menuju oosit yang dapat menyebabkan penambahan ukuran gonad ikan betina selama maturasi akhir. Kontrol hormon estrogen atas sintesis vitelogenin ini diperantarai oleh pengikatan estrogen yang sangat potensial, yaitu es-

tradiol-17 β , pada reseptor estrogen (ER) (Berg *et al.*, 2004).

Pemahaman mengenai perubahan biokimia plasma darah ikan sangat penting antara lain untuk mengetahui status kesehatan ikan dan sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah perubahan musiman siklus reproduksi ikan. Beberapa parameter kimia darah sangat spesifik pada ikan betina yang berkaitan erat dengan masa reproduksi (Bayir *et al.*, 2007). Pada umumnya, protein dalam plasma digunakan sebagai indeks level vitelogenin dan meningkat selama vitelogenensis. Hal ini akibat adanya peningkatan protein prekursor *yolk* dan sebagian hasil dari lipoprotein lain yang disekresikan hati ke dalam aliran darah dalam merespon estradiol (Lance *et al.*, 2002). Konsentrasi glukosa dalam plasma darah juga dapat digunakan sebagai indikator selama proses reproduksi (Kocaman *et al.*, 2005). Konsentrasi glukosa dalam darah ikan menunjukkan pentingnya karbohidrat sebagai sumber energi yang diperlukan pada tahapan reproduksi (Hachero-Cruzado *et al.*, 2007).

Selain protein dan glukosa, lemak juga memegang peranan penting dalam kebutuhan energi selama maturasi gonad. Kolesterol dan trigliserida dikenal sebagai bentuk lemak yang sangat penting dalam tubuh. Kolesterol berperan sebagai prekursor sintesis hormon-hormon steroid dalam folikel ovarian. Steroid-steroid tersebut sangat berperan dalam proses vitelogenesis dan maturasi (Nagahama & Yamashita, 2008). Konsentrasi kolesterol yang diukur pada plasma darah ikan *Oncorhynchus mykiss* selama masa reproduksi mengalami penurunan pada tahap pre-maturasi hingga tahap pematangan telur. Hal ini menunjukkan adanya penggunaan cadangan energi untuk aktivitas reproduksi (Kocaman *et al.*, 2005). Konsentrasi trigliserida yang bervariasi selama masa reproduksi ini menunjukkan

adanya mobilisasi lemak dari hati dan jaringan tubuh lainnya untuk memenuhi kebutuhan energi yang besar selama pertumbuhan telur (Hachero-Cruzado *et al.*, 2007). Trigliserida merupakan bentuk simpanan energi yang utama dalam tubuh ikan baik di dalam hati, telur maupun kantong *yolk* larva (Mukhopadhyay & Ggosh, 2007). Variasi konsentrasi trigliserida ini dapat menunjukkan adanya hubungan antara penyimpanan lemak dan siklus reproduksi. Konsentrasi trigliserida yang bervariasi selama masa reproduksi menunjukkan adanya mobilisasi lemak dari hati dan jaringan tubuh lainnya untuk memenuhi kebutuhan energi yang besar selama perkembangan telur (Hachero-Cruzado *et al.*, 2007).

Penelitian bertujuan untuk mengkaji perubahan fisiologi gonad ikan *Tor soro* betina yang dipelihara dalam kolam pemeliharaan. Penelitian diharapkan menghasilkan profil perkembangan diameter oosit, perubahan konsentrasi estradiol-17 β , dan gambaran siklus reproduksi; yang dapat bermanfaat dalam upaya budi daya ikan ini.

Bahan dan metode

Ikan

Sebanyak delapan ekor ikan *Tor soro* betina umur empat tahun dan belum pernah memijah dengan bobot berkisar 700-900 gram per ekor telah dipelihara pada kolam pembesaran di Instalasi Riset Perikanan Air Tawar, Cijeruk Bogor dan mendapat pasokan air yang berasal dari mata air yang mengalir. Pemberian pakan komersial berupa pelet dilakukan dua kali sehari sebanyak 3% dari bobot tubuh (kandungan protein 30%).

Pengambilan contoh darah dan oosit

Contoh darah diambil dari pangkal batang ekor ikan *Tor soro* betina sebanyak 3 ml. Sebelum dilakukan pengambilan darah, ikan percoba-

an terlebih dahulu dibius dengan 2-phenoxyethanol 400 ppm. Sampel telur diambil dengan menggunakan kanulasi sebanyak 100 butir dari setiap ikan dan difiksasi dengan etanol 70%. Pengukuran diameter telur ini dilakukan dengan menggunakan mikroskop yang dilengkapi dengan mikrometer dan dilakukan setiap satu bulan sekali.

Pengukuran estradiol-17 β

Konsentrasi estradiol-17 β dalam plasma diukur setiap bulan dari awal hingga akhir penelitian selama 12 bulan. Contoh darah yang diperoleh disentrifus untuk diambil plasmanya dan disimpan pada suhu -20°C. Pengukuran estradiol-17 β plasma dilakukan dengan menggunakan metode ELISA (Barrero *et al.*, 2007).

Pengukuran biokimia darah

Pengukuran biokimiawi darah dimaksudkan untuk mengetahui kondisi beberapa parameter kimia yang berkaitan dengan reproduksi ikan yang meliputi protein total, lemak total, trigliserida, kolesterol, dan glukosa. Konsentrasi protein, lemak, trigliserida, dan kolesterol plasma diukur dengan spektrofotometer menggunakan reagen kit dari Merckotest. Pengukuran konsentrasi glukosa plasma dilakukan dengan metode Enzymatic Colorimetric Test.

Analisis data

Data keseluruhan yang diperoleh ditampilkan secara deskriptif dengan melihat pola kecenderungannya.

Hasil

Perubahan bulanan diameter telur Tor soro

Hasil pengukuran diameter telur *Tor soro* dari bulan April 2009 hingga Maret 2010 menunjukkan adanya perkembangan rata-rata diameter

telur dengan ukuran yang bervariasi. Awal pengamatan pada bulan April, rata-rata diameter telur adalah $1,6 \pm 0,46$ mm dan terus mengalami perkembangan hingga September dengan diameter terbesar $3 \pm 0,03$ mm (awal musim hujan). Namun, antara bulan Juni dan Juli terdapat beberapa ikan yang mengalami atresia yang ditunjukkan dengan warna telur dan cairan yang putih bening, sehingga pada bulan Juni hingga September hanya 1 ekor yang terus dapat mempertahankan perkembangan telur hingga mengalami pematangan dan ovulasi.

Pada Gambar 1 terlihat adanya penambahan ukuran telur yang cukup besar pada bulan Juni dan September. Pada bulan Oktober diperoleh ukuran rata-rata diameter telur $1,13 \pm 0,44$ mm dan mulai mengalami pertumbuhan hingga pada bulan Januari didapatkan diameter telur sebesar $1,7 \pm 0,51$ mm. Oosit-oosit dengan ukuran kecil yang terukur pada bulan Oktober merupakan oosit yang akan terus mengalami perkembangan hingga musim pemijahan berikutnya. Gambar 2 menunjukkan berbagai tahap perkembangan oosit dalam satu gonad ikan *Tor soro* yang didasarkan pada kriteria perubahan diameter oosit, nukleus dan ooplasma dari histologi gonad (Cakici & Ucuncu, 2007; Ismail *et al.*, 2011).

Profil estradiol-17 β

Pengukuran konsentrasi estradiol-17 β plasma darah yang dilakukan setiap bulan pada ikan *Tor soro* betina yang belum dewasa dapat dilihat pada Gambar 3. Konsentrasi estradiol-17 β plasma pada bulan April 2009 meningkat hingga mengalami peningkatan yang besar pada bulan Juli ($0,9 \pm 0,8$ ng ml⁻¹). Pada bulan Agustus 2009 konsentrasi estradiol-17 β plasma menurun tajam mencapai $0,2 \pm 0,16$ ng ml⁻¹ dan berfluktuasi pada konsentrasi rendah hingga mengalami peningkat-

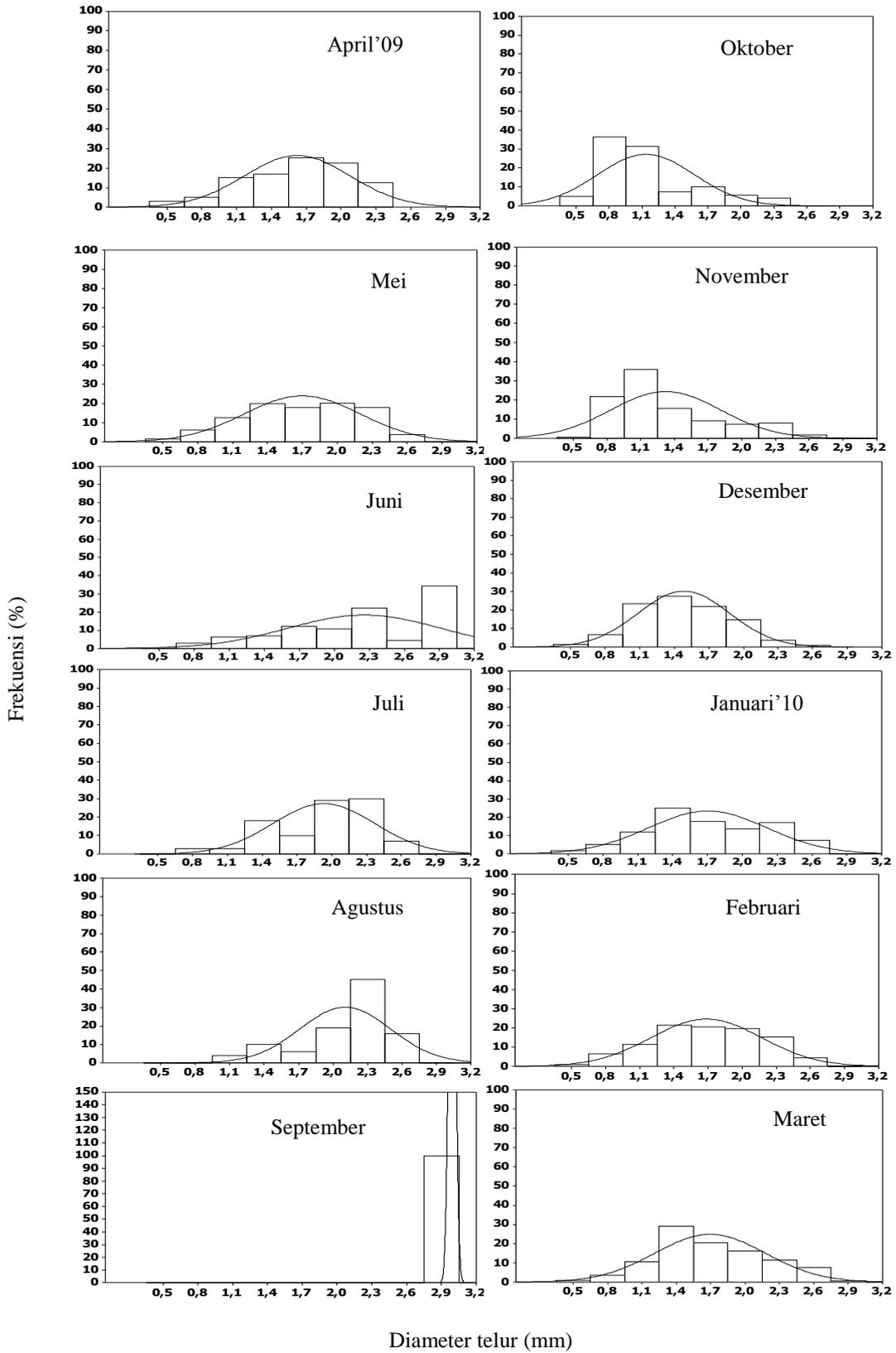
an yang sangat tinggi pada bulan Maret 2010 sebesar $1,5 \pm 0,86$ ng ml⁻¹.

Profil biokimiawi darah

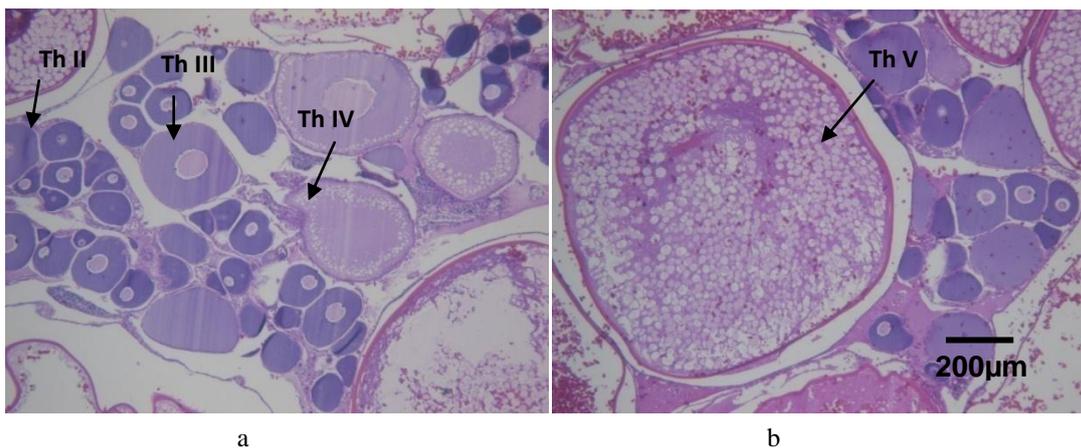
Hasil pengukuran beberapa parameter kimiawi plasma darah ikan *Tor soro* pada bulan April 2009 hingga Maret 2010 yaitu protein, glukosa, kolesterol, dan trigliserida ditunjukkan pada Gambar 4. Konsentrasi total protein plasma berfluktuasi dari bulan April 2009 hingga Maret 2010. Pada bulan April 2009 konsentrasi total protein plasma sebesar $4,6 \pm 0,75$ g 100 ml⁻¹ dan mengalami penurunan pada bulan Mei 2009 ($3,8 \pm 0,96$ g 100 ml⁻¹). Namun, pada bulan berikutnya terus mengalami peningkatan hingga mencapai maksimum pada bulan Desember 2009 sebesar $5,6 \pm 0,64$ g 100 ml⁻¹. Konsentrasi total protein plasma tertinggi diperoleh sekitar tiga bulan setelah ovulasi (berdasarkan pengukuran diameter telur pada Gambar 1). Hal ini juga sejalan dengan berkembangnya ukuran diameter telur yang diperoleh dari bulan Oktober 2009 hingga Januari 2010.

Konsentrasi glukosa plasma darah selama pengamatan dari bulan April 2009 hingga Maret 2010 menunjukkan tidak adanya perbedaan yang sangat tinggi. Hasil pengukuran konsentrasi glukosa plasma darah yang teramati berkisar sebesar $0,04 \pm 0,02$ g 100 ml⁻¹ hingga $0,12 \pm 0,003$ g 100 ml⁻¹. Peningkatan konsentrasi glukosa plasma terlihat mulai bulan Oktober 2009 setelah masa pemijahan.

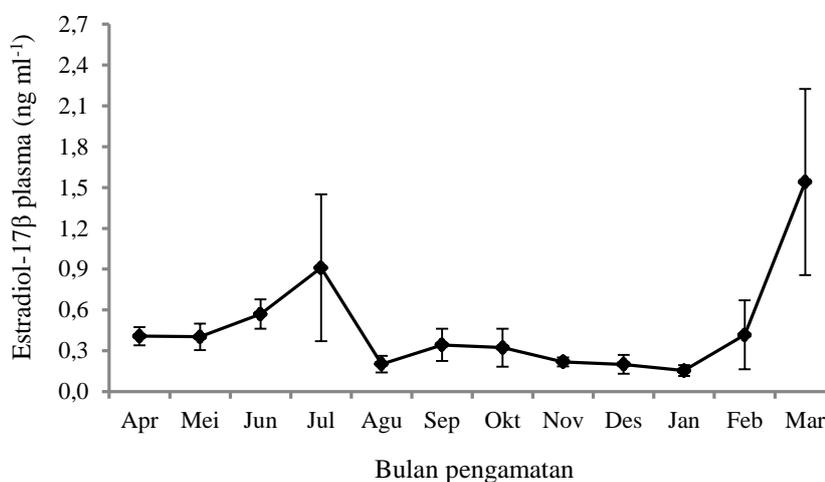
Konsentrasi kolesterol plasma darah yang terukur antara bulan April 2009 dan Maret 2010 sebesar $0,13 \pm 0,014$ g 100 ml⁻¹ - $0,26 \pm 0,09$ g 100 ml⁻¹ tidak menunjukkan perubahan yang sangat besar. Konsentrasi kolesterol mengalami peningkatan secara bertahap pada bulan Juli hingga Agustus 2009 dan menurun pada bulan



Gambar 1. Pengukuran bulanan diameter telur *Tor soro* pada bulan April 2009 - Maret 2010



Gambar 2. Histologi gonad *T. soro*. a) oosit tahap II, Tahap III dan Tahap IV; b) oosit Tahap V



Gambar 3. Perubahan bulanan kandungan estradiol-17β pada ikan *Tor soro* betina antara bulan April 2009 dan Maret 2010

September (masa pemijahan). Namun demikian, konsentrasi kolesterol plasma tertinggi diperoleh pada November 2009 setelah terjadi pemijahan.

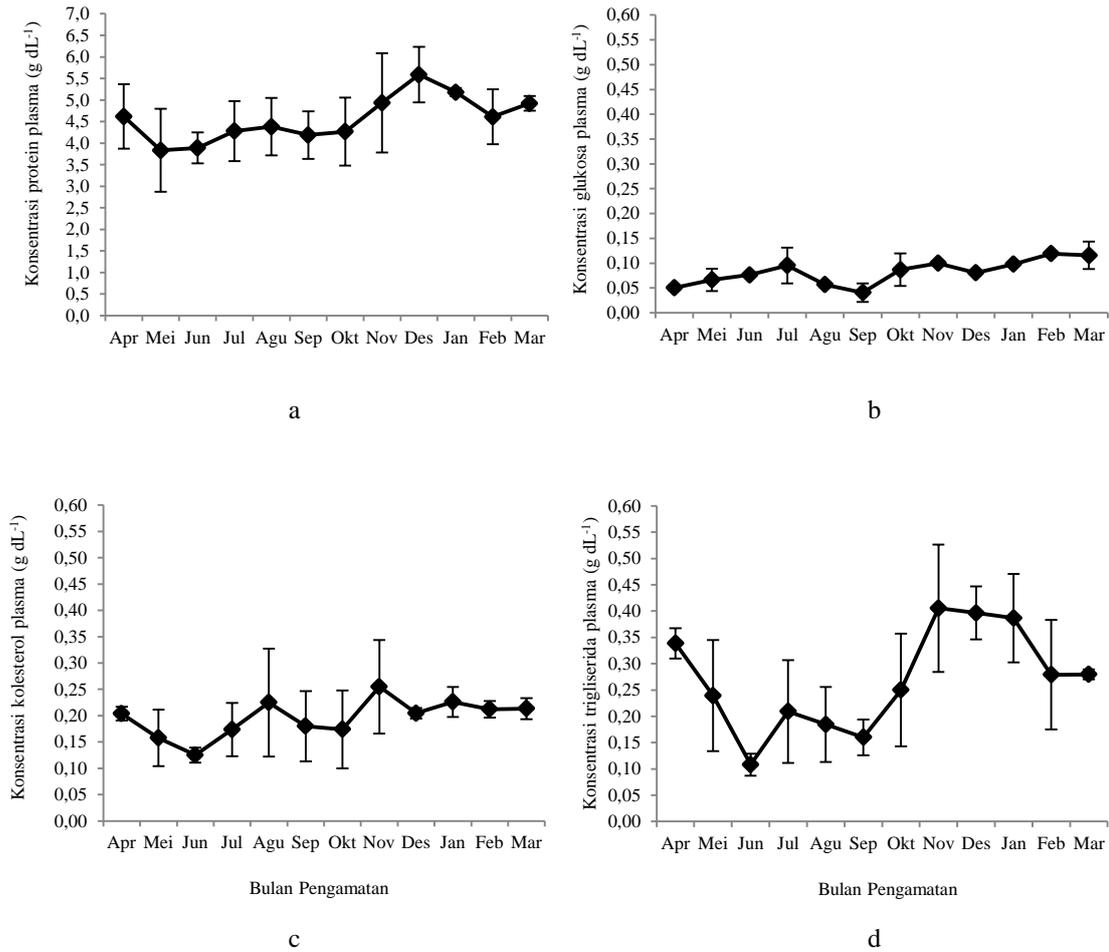
Konsentrasi trigliserida plasma darah yang terukur pada bulan April 2009 ($0,34 \pm 0,03 \text{ g } 100 \text{ ml}^{-1}$) cenderung mengalami penurunan yang tajam pada bulan Juni 2009 ($0,11 \pm 0,02 \text{ g } 100 \text{ ml}^{-1}$). Sama halnya dengan kolesterol, konsentrasi trigliserida plasma tertinggi diperoleh bulan November ($0,4 \pm 0,12 \text{ g } 100 \text{ ml}^{-1}$).

Pembahasan

Perubahan ukuran rata-rata diameter oosit yang teramati setiap bulannya menunjukkan ada-

nya perkembangan oosit dalam gonad dan proses vitelogenesis yang sedang berjalan hingga menuju tahap maturasi. Vitelogenesis merupakan suatu penggabungan protein-protein vitelogenin oleh oosit dan memprosesnya menjadi protein kuning telur sehingga menyebabkan peningkatan ukuran gonad ikan betina hingga maturasi akhir (Glasser *et al.*, 2004; Lubzens *et al.*, 2010).

Namun, beberapa ikan mengalami atresia sebelum ovulasi karena adanya stress pada ikan akibat faktor lingkungan seperti curah hujan yang tinggi meskipun suhu air relatif stabil dan/atau kesediaan hormonal untuk pematangan gonad yang tidak mendukung. Miranda *et al.* (1999)



Gambar 4. Perubahan bulanan konsentrasi total protein, glukosa kolesterol, dan trigliserida plasma darah ikan *Tor soro* antara bulan April 2009 dan Maret 2010

dan Santos *et al.*(2008) menyatakan bahwa atresia merupakan suatu proses degeneratif dari folikel-folikel ovarium yang hilang atau penyerapan oosit vitelogenik pada saat sebelum ovulasi, dan menyebabkan terjadinya penurunan potensial reproduksi. Atresia ini terjadi ditandai adanya hipertrofi dan hiperplasia dari sel-sel folikel (Üçüncü & Çakici, 2009). Mekanisme atresia dapat dipicu oleh beberapa faktor seperti perubahan fotoperiodisitas, salinitas, stress, polusi, nutrisi, dan suhu atau stress lingkungan lainnya (Tyler *et al.*, 1996; Bromley *et al.*, 2000).

Sintesis vitelogenin pada ikan ini terjadi karena adanya rangsangan dari estradiol-17 β . Hormon steroid estradiol-17 β disekresikan oleh gonad ikan betina. Pada umumnya, estradiol da-

pat merangsang proses vitelogenesis yang disekresikan oleh gonad ikan betina selama periode vitelogenesis. Peningkatan konsentrasi estradiol-17 β yang tinggi pada bulan Juli 2009 dan Maret 2010 menunjukkan ikan siap untuk memulai tahap pertumbuhan gonad. Bila dihubungkan dengan perkembangan diameter telur, tingginya konsentrasi estradiol-17 β pada dua bulan tersebut digunakan untuk perkembangan gonad yang ditandai dengan peningkatan diameter oosit pada bulan Juni dan September. Umumnya perubahan estradiol-17 β berhubungan dengan perkembangan oosit dan peningkatan indeks gonado-somatik (Lee & Yang, 2002). Puncak konsentrasi estradiol-17 β terjadi selama vitelogenesis dan selanjutnya menurun secara tajam, juga diperlihatkan

oleh ikan *Chalcaburnus tarichi*. Tingginya konsentrasi estradiol-17 β ini juga dapat mencegah terjadinya apoptosis pada ikan (Unal *et al.*, 2006).

Konsentrasi total protein plasma darah umumnya digunakan sebagai dasar untuk menunjukkan kondisi dan status kesehatan ikan. Selain itu, konsentrasi protein total dalam darah juga dapat memberikan gambaran kondisi reproduksi ikan. Protein digunakan oleh ikan untuk pertumbuhan dan perkembangan organ-organ reproduksi (Dabhade *et al.*, 2009). Penambahan ukuran diameter telur pada tahap tertentu (vitelogenesis) diikuti dengan peningkatan konsentrasi protein total plasma. Hal ini terlihat dari tingginya konsentrasi protein total yang terukur pada bulan Desember (tiga bulan setelah pemijahan) menunjukkan adanya proses vitelogenesis yang terus berjalan untuk perkembangan oosit berikutnya dalam gonad. Hal ini akibat adanya peningkatan protein prekursor kuning telur dan sebagian hasil dari lipoprotein lain yang disekresikan hati ke dalam aliran darah dalam merespon estradiol (Lance *et al.*, 2002).

Glukosa sangat berperan sebagai sumber energi dalam tubuh, selain itu dapat menjadi indikator pada kondisi stres. Peningkatan glukosa yang terukur pada bulan Oktober hingga Maret (setelah ovulasi) menunjukkan adanya pelepasan glukosa ke dalam aliran darah yang akan digunakan dalam memenuhi kebutuhan energi yang tinggi untuk perkembangan oosit dalam gonad. Ngili (2009) menyatakan bahwa glukosa diproduksi dalam hati melalui proses glukoneogenesis dan glukosa yang dihasilkan masuk dalam aliran darah. Konsentrasi glukosa plasma ikan *Tinca tinca* yang lebih tinggi pada masa reproduksi (9,52 mmol.L⁻¹) dibandingkan dua bulan sebelum reproduksi (5,93 mmol.L⁻¹) juga menunjukkan bahwa perkembangan gonad dapat memicu pe-

ningkatan konsentrasi glukosa plasma darah (Svoboda *et al.*, 2001).

Kolesterol selain sebagai prekursor sintesis hormon steroid, juga sebagai cadangan energi untuk aktivitas reproduksi. Penambahan ukuran diameter telur menyebabkan terjadi penurunan konsentrasi kolesterol pada tahap vitelogenesis, namun pada saat proses pematangan, konsentrasi kolesterol dalam darah meningkat. Fluktuasi ini terjadi karena adanya penggunaan kolesterol dalam proses steroidogenesis. Konsentrasi kolesterol yang rendah terukur pada saat aktivitas gonad maksimum (Shankar & Kulkarni, 2007). Konsentrasi kolesterol pada bulan April 2009-Maret 2010 menunjukkan pola yang hampir sama dengan konsentrasi estradiol-17 β . Konsentrasi kolesterol yang tinggi pada bulan Agustus dan November 2009 berlawanan dengan konsentrasi estradiol-17 β yang rendah pada bulan yang sama. Tinggi rendahnya konsentrasi kolesterol berkaitan dengan penggunaan kolesterol dalam sintesis hormon steroid.

Trigliserida diketahui sebagai bentuk simpanan energi yang utama dalam tubuh ikan dan akan digunakan untuk aktivitas dalam masa reproduksi. Penurunan konsentrasi trigliserida plasma pada bulan April dan konsentrasi rendah yang diperoleh pada bulan Juni dan September menunjukkan adanya penggunaan trigliserida untuk memenuhi kebutuhan energi selama masa pertumbuhan telur. Pada bulan Juni dan September tersebut terlihat adanya penambahan ukuran diameter telur *Tor soro* yang cukup besar dan bahkan terjadi ovulasi. Peningkatan konsentrasi trigliserida teramati pada bulan Oktober dan mencapai konsentrasi tertinggi pada bulan November (setelah ovulasi). Tingginya konsentrasi trigliserida disebabkan adanya mobilisasi lipid yang ditransfer dari jaringan lain dalam tubuh ikan menuju ovarium seperti yang dinyatakan oleh Johnson *et al.*

(1991). Ikan menyimpan lemak pada berbagai organ terutama pada otot dan hati, dan lipid akan ditransfer ke bagian tubuh yang lain untuk berbagai aktivitas biologi (Kandemir & Polat, 2007).

Simpulan

Perkembangan kematangan gonad ikan *Tor soro* mengalami peningkatan yang bertahap pada bulan Maret yang ditandai dengan peningkatan konsentrasi estradiol-17 β dan ukuran diameter oosit. Sebaliknya, konsentrasi total protein, kolesterol, dan trigliserida menurun pada saat ukuran oosit meningkat, sedangkan konsentrasi glukosa menurun drastis ketika terjadi ovulasi. Kematangan gonad yang optimum terjadi pada Juni dan September yang ditandai dengan ukuran diameter oosit yang mencapai maksimum.

Saran

Perlu adanya pengembangan dan pemanfaatan teknologi manipulasi hormon melalui penelitian lebih lanjut agar diperoleh ikan *Tor soro* yang matang gonad diluar musim reproduksi. Upaya pengembangan ini dimaksudkan lebih meningkatkan potensi ikan *Tor soro* sebagai kandidat ikan budi daya.

Persantunan

Penelitian ini dibiayai oleh BPPS DIKTI didukung oleh IPB. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Rektor USU dan Kepala Balai Riset Perikanan Budi Daya Air Tawar Bogor dan staf yang telah memberikan dukungan dan fasilitas dalam studi ini.

Daftar pustaka

Barrero M, Small BC, D'Abramo LR, Hanson LA, Kelly AM. 2007. Comparison of estradiol, testosterone, vitellogenin and cathepsin profile among young adult channel catfish (*Ictalurus punctatus*) females from four

selectively bred strains. *Aquaculture* 264: 390-397.

Bayir A, Sirkecioğlu AN, Polat H, Aras NM. 2007. Biochemical profile of blood serum of siraz *Capoeta capoeta umbra*. *Comparative Clinical Pathology*, 16: 119-126.

Berg H, Modig C, Olsson PE. 2004. 17beta-estradiol induced vitellogenesis is inhibited by cortisol at the post-transcriptional level in arctic char (*Salvelinus alpinus*). *Reproductive Biology and Endocrinology*, 2: 62.

Bromley PJ, Ravier C, Witthames PR. 2000. The influence of feeding regime on sexual maturation, fecundity and atresia in first-time spawning turbot. *Journal of Fish Biology*, 56: 264-278.

Çakici Ö & Üçüncü SI. 2007. Oocyte development in the zebrafish, *Danio rerio* (Teleostei: Cyprinidae). *Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 24: 137-141.

Campos-Mendoza A, McAndrew BJ, Coward K, Bromage N. 2004. Reproductive response of Nila tilapia (*Oreochromis niloticus*) to photoperiodic manipulation: effects on spawning periodicity, fecundity and egg size. *Aquaculture*, 231: 299-314.

Dahbade VF, Pathan TS, Shinde SE, Bhandare RY, Sonawane DL. 2009. Seasonal variations of protein in the ovary of fish *Channa gachua*. *Recent Research in Science and Technology*, 2: 78-80.

Glasser F, Mikolajczyk T, Jalabert B, Baroiller JF, Breton F. 2004. Temperature effects along the reproductive axis during spawning induction of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *General and Comparative Endocrinology*, 136: 171-179.

Hachero-Cruzado I, García-López Á, Herrera A, Vargas-Chacoff L, Martínez-Rodríguez G. 2007. Reproductive performance and seasonal plasma sex steroid and metabolite levels in a captive wild broodstock of brill *Scophthalmus rhombus* L. *Aquaculture Research*, 38: 1161-1174.

Ismail MFS, Siraj SS, Daud SK, Harmin SA. 2011. Association of annual hormone profile with gonad maturity of mahseer (*Tor tambroides*) in captivity. *General and Comparative Endocrinology*, 170: 125-130.

Johnson LL, Casillas E, Myers MS, Rhondes LD, Olson OP. 1991. Patterns of oocyte development and related changes in plasma 17- β estradiol, vitellogenin, and plasma chemistry in English sole *Parophrys vetulus*

- Girard. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 152: 161-185.
- Kandemir P & Polat N. 2007. Seasonal variation of total lipid and total fatty acid in muscle and liver of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* W., 1972) reared in Derbent Dam lake. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 7: 27-31.
- Kocaman EM, Yanik T, Erdoğan O, Çiltaş AK. 2005. Alteration in cholesterol, glucosa and triglyceride levels in reproduction of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 4: 801-804.
- Kottelat M, Whitten AJ, Kartikasari SN & Wirjotatmodjo S. 1993. *Ikan air tawar Indonesia bagian barat dan Sulawesi (Freshwater fishes of western Indonesia and Sulawesi)*. Periplus Edition Ltd. Jakarta, 293 hlm.
- Lance VA, Place AR, Grumbles JS, Rostal DC. 2002. Variation in plasma lipids during the reproductive cycle of male and female desert tortoises, *Gopherus agassizii*. *Journal of Experimental Zoology*, 293: 702-711.
- Lee WK & Young SW. 2002. Relationship between ovarian development and serum levels of gonadal steroid hormones, and induction of oocyte maturation and ovulation in the cultured female Korean spotted sea bass *Lateolabrax moluccatus* (Jeom-nong-eo). *Aquaculture*, 207: 169-183.
- Lubzens E, Young G, Bobe J, Cerdá J. 2010. Oogenesis in teleosts: How fish eggs are formed. *General and Comparative Endocrinology*, 165: 367-389.
- Miranda ACL, Bazzoli N, Rizzo E, Sato Y. 1999. Ovarian follicular atresia in two teleost species: a histological and ultra structural study. *Tissue Cell*, 31: 480-488.
- Mukhopadhyay T & Ghosh S. 2007. Lipid profile and fatty acid composition of two silurid fish eggs. *Journal of Oleo Science*, 56 (8): 399-403.
- Nagahama Y & Yamashita M. 2008. Regulation of oocyte maturation in fish. *Development, Growth and Differentiation*, 50: S195-S219.
- Ngili Y. 2009. *Biokimia (metabolisme dan bioenergetika)*. Graha Ilmu, Yogyakarta, 323 hlm.
- Rinchar J, Kestemont P, Kühn ER, Fostier A. 1993. Seasonal changes in plasma levels of steroid hormones in an asynchronous fish the gudgeon *Gabio gabio* L. (Teleostei, Cyprinidae). *General and Comparative Endocrinology*, 92: 168-178.
- Santos HB, Sato, Moro LY, Bazzoli N, Rizzo E. 2008. Relationship among follicular apoptosis, integrin beta 1 and collagen type IV during early ovarian regression in the teleost *Prochilodus argenteus* after induced spawning. *Cell Tissue Research*, 332: 159-170.
- Schulz RW, de França Luiz R, Jean-Jacques L, Florence L, Chiarini-Garcia H, Nobrega RH, Miura T. 2010. Spermatogenesis in fish. *General and Comparative Endocrinology*, 165: 390-411.
- Shankar DS & Kulkarni RS. 2007. Tissue cholesterol and serum cortisol level during different reproductive phases of female freshwater fish *Notopterus notopterus* (Pallas). *Journal of Environmental Biology*, 28: 137-139.
- Subagja J & Gustiano R. 2006. Pengaruh implantasi HCG pada perkembangan telur, pematangan akhir gonad, dan pemijahan ikan *Tor soro*. *Jurnal Riset Akuakultur* 1: 219-225.
- Svoboda M, Kouril J, Hámácková J, Kaláb P, Savina L, Svobodova Z, Vykusová B. 2001. Biochemical profile of blood plasma of tench (*Tinca tinca* L.) during pre- and post-spawning period. *Acta Veterinaria Brno*, 70: 259-268.
- Tyler CR, Pottinger TG, Santos E, Sumpter JP, Price SA, Brook S, Nagler JJ. 1996. Mechanisms controlling egg size and number in the rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Biology Reproduction*, 54: 8-15.
- Üçüncü Sİ & Çakici O. 2009. Atresia and apoptosis in preovulatory follicles in the ovary of *Danio rerio* (Zebrafish). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 9: 215-221.
- Unal G, Karakisi H, Mahmut ELP. 2006. Levels of some ovarian hormones in the pre- and postspawning periods of *Chalcaburnus tarichi* Pallas 1811, and the postovulatory structure of follicles. *Turkish Journal of Animal Science*, 30: 427-434.