

## Induksi pematangan gonad ikan sidat ukuran 100–150 gram menggunakan PMSG, antidopamin, dan 17 $\alpha$ -metiltestosteron

### Induced maturation of eel weighed 100–150 gram with PMSG, antidopamine, and 17 $\alpha$ -methyltestosterone

Nadia Mega Aryani, Agus Oman Sudrajat\*, Odang Carman

Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor  
Kampus IPB Dramaga Bogor, Jawa Barat 16680

\*Surel: agusomans@yahoo.com

#### ABSTRACT

Marketed eel *Anguilla bicolor bicolor* is commonly produced from larvae rearing activity whose broodstocks and larvae are caught from the nature. Supply of eel broodstock is restricted by its life cycle and uncertain size variation of mature male and female. This study was aimed to evaluate the effect of hormonal induction through injection to enhance masculinization and gonadal maturation of eel at the weight of 100–150 g. The experiment used completely random design with the use of combination pregnant mare serum gonadotropin (PMSG), antidopamine (AD), dan 17 $\alpha$ -methyltestosterone (MT), which were (10 IU/kg PMSG + 0,01 mg/kg AD), P2 (20 IU/kg PMSG + 0,01 mg/kg AD), P3 (10 IU/kg PMSG + 0,01 mg/kg AD + 150  $\mu$ g/kg MT), P4 (20 IU/kg PMSG + 0,01 mg/kg AD + 150  $\mu$ g/kg MT), and P5 (control; without hormonal treatment). The result showed that an increasing of fish length along with fish weight were performed by treatment P4 and P3. The highest gonadosomatic index value was obtained by treatment P3 (1,3030 $\pm$ 0,24262). Based on gonadal histology analysis, 2<sup>nd</sup> phase of spermatogonia development was found in P3 in week-8. The highest testosterone level was obtained by treatment P3, followed by P4, P2, and P1 in week-4. Combination of 10 IU/kg PMSG + 0,01 mg/kg AD + 150  $\mu$ g/kg MT could enhance masculinization and gonadal maturation of eel in eight weeks of rearing period.

Keywords: gonadal maturation, *Anguilla bicolor bicolor*, PMSG, AD, MT

#### ABSTRAK

Ikan sidat *Anguilla bicolor bicolor* yang dipasarkan pada umumnya merupakan hasil usaha pembesaran yang benih dan induknya masih diperoleh dari alam. Penyediaan induk ikan sidat terkendala dengan siklus hidup dan variasi perbedaan ukuran induk ikan sidat jantan dan betina matang gonad yang belum pasti. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji peran induksi hormonal yang disuntikkan pada ikan sidat dalam mempercepat proses pematangan gonad ikan sidat ukuran 100–150 g. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen rancangan acak lengkap dengan kombinasi *pregnant mare serum gonadotropin* (PMSG), antidopamin (AD), dan 17 $\alpha$ -metiltestosteron (MT) sebagai berikut P1 (10 IU/kg PMSG + 0,01 mg/kg AD), P2 (20 IU/kg PMSG + 0,01 mg/kg AD), P3 (10 IU/kg PMSG + 0,01 mg/kg AD + 150  $\mu$ g/kg MT), P4 (20 IU/kg PMSG + 0,01 mg/kg AD + 150  $\mu$ g/kg MT), dan P5 (kontrol; tanpa perlakuan hormon). Hasil penelitian menunjukkan peningkatan pertambahan panjang seiring dengan pertambahan bobot diperoleh dari perlakuan P4 dan P3. Indeks gonadosomatik tertinggi diperoleh dari perlakuan P3 (1,3030 $\pm$ 0,24262). Hasil histologi gonad ditemukan perkembangan spermatogonia fase 2 pada P3 di minggu kedelapan. Konsentrasi testosteron tertinggi didapat dari perlakuan P3 kemudian diikuti P4, P2, dan P1 pada minggu keempat. Kombinasi hormon 10 IU/kg PMSG + 0,01 mg/kg AD + 150  $\mu$ g/kg MT dapat mempercepat pematangan gonad dan pertumbuhan pada ikan sidat selama delapan minggu pemeliharaan.

Kata kunci: pematangan gonad, *Anguilla bicolor bicolor*, PMSG, AD, MT

#### PENDAHULUAN

Ikan sidat di Indonesia belum dimanfaatkan secara optimal karena belum banyak dikenal oleh masyarakat padahal banyak ditemukan di wilayah perairan Indonesia. Indonesia menjadi salah

satu negara yang berpotensi mengembangkan produksi ikan sidat di pasaran lokal maupun internasional. Salah satu jenis ikan sidat yang cukup potensial di Indonesia adalah *Anguilla bicolor bicolor*. Budidaya ikan sidat di Indonesia masih terbatas sampai di segmen pembesaran

yang benihnya diambil dari alam. Ikan sidat sidat dipelihara sampai ukuran konsumsi. Ikan sidat diduga berjenis kelamin jantan pada saat benih (<300 g) dan berubah menjadi betina pada saat dewasa mencapai ukuran konsumsi (>500 g) namun belum ada usaha pembenihan ikan sidat karena masih menjadi hal yang misterius hingga saat ini. Ikan sidat belum dapat dipijahkan secara alami. Langkah awal dalam usaha pembenihan ikan sidat secara semi alami adalah dengan upaya penyediaan induk ikan sidat agar usaha pembenihan dapat berjalan optimal.

Upaya penyediaan induk ikan sidat tidaklah mudah untuk diterapkan. Hal ini dikarenakan ikan sidat memiliki beberapa keunikan. Pertama, ikan sidat memiliki siklus hidup yang cukup panjang. Elver sampai tahap *silver eel* berada di perairan air tawar dan estuaria selama lebih dari lima tahun dan tahap *silver eel* sampai memijah, bertelur, dan menetas menjadi lectocephalus dan elver berada di perairan laut selama kurang lebih dua tahun (Monticini, 2014). Keunikan ikan sidat yang kedua yaitu variasi perbedaan ukuran induk ikan sidat jantan dan betina pada setiap spesies sidat merupakan hal yang tidak pasti. Di alam, ikan sidat betina 10 kali lebih besar dibanding ikan sidat jantan pada saat akan bermigrasi (Palstra *et al.*, 2008). Gonad indifereen ditemukan pada ikan sidat *A. anguilla* dengan ukuran 14,9–24,7 cm. Ukuran panjang gonad sidat indifereen tumpang tindih dengan ukuran panjang gonad sidat interseks (16,0–36,5 cm), dan tumpang tindih pula dengan ukuran panjang gonad sidat jantan (31,9–58,2 cm), sehingga diduga bahwa diferensiasi kelamin sidat jantan terlebih dahulu melalui tahap interseks, sedangkan gonad indifereen dapat langsung berdiferensiasi menjadi ovarium (ukuran sidat betina 25,2–79,5 cm) (Beullens *et al.*, 1997). Pada *A. bicolor bicolor* dengan ukuran 35–39,5 cm telah menunjukkan gonad yang diduga testis dan pada ukuran 45–47,9 cm telah menunjukkan gonad yang diduga ovarium (Rovara, 2007).

Pematangan gonad pada ikan sidat sulit berkembang pada kondisi lingkungan budidaya. Agar gonad ikan sidat mampu berkembang dalam kondisi budidaya, maka diperlukan rekayasa hormonal. Rekayasa hormonal untuk menginduksi pematangan gonad dapat menggunakan kombinasi dari berbagai jenis hormon. GnRH analog dan atau kombinasinya dengan dopamin digunakan. Pada spesies *carp*, digunakan GnRH analog dengan antidopamin (pimozide, domperidone, dan lain-lain) telah

berhasil dalam menginduksi pemijahan pada ikan (Mousavi & Yousefian, 2012). Beberapa alternatif hormon yang masih jarang diuji coba pada usaha pematangan gonad sidat jantan antara lain penggunaan *pregnant mare serum gonadotropin* (PMSG) dan antidopamin (AD).

PMSG merupakan glikoprotein kompleks yang diperoleh dari serum kuda hamil dan berperan seperti *luteneizing hormone* (LH) dan *follicle stimulating hormone* (FSH) tetapi pengaruh FSH lebih besar dibandingkan dengan LH. PMSG cukup murah dibandingkan hormon *human chorionic gonadotropin* (hCG) dan *human chorionic gonadotropin recombinant* (hCGrec) (Gallego *et al.*, 2012) dan telah digunakan pada ikan *Sander lucioperca* (L.) untuk menginduksi spermiasi dan ovulasi (Zakes & Demaska-Zakes, 2009)

Antidopamin (AD) adalah suatu zat kimia yang dapat menghambat kerja dopamin. Dopamin menghambat pematangan gonad dengan cara menstimulasi sekresi hormon yang mampu menghambat perkembangan gonad (GIH). Dopamin juga menghambat sintesis dan sekresi *luteneizing hormone* (LH) (Weltzien *et al.*, 2006). Neurotransmitter yang menghambat pematangan gonad dapat dihambat oleh antidopamin sehingga mempercepat proses pematangan gonad.

Reproduksi pada ikan dikontrol oleh axis *hipothalamus pituitary gonad* (HPG). Sinyal dari otak mengontrol sekresi hipotalamus terhadap *gonadotropin releasing hormone* (GnRH). GnRH menstimulasi adenofisis untuk melepaskan gonadotropin (GTH) (Hachfi *et al.*, 2012). FSH memiliki peran dalam awal pertumbuhan gonad dan gametogenesis, sedangkan LH secara umum selama tahap akhir pematangan (Bairwa *et al.*, 2013). Gonadotropin menstimulasi perkembangan gonad dan produksi hormon steroid: 17 $\beta$ -estradiol (E2) pada betina, testosteron (T) dan paling dominan 11-ketosteron (11-KT) pada jantan, dan *maturation inducing hormone* (MIHs) terutama 17 $\alpha$ , 20 $\alpha$ -dihydroxyprogesteron (17,20 $\alpha$ P) pada kedua jenis kelamin (Hachfi *et al.*, 2012).

Kombinasi PMSG dan AD diharapkan mampu menginduksi pematangan gonad pada ikan sidat namun untuk membantu memperjelas sifat jantan pada ikan sidat maka diperlukan hormon steroid. Kemampuan hormon steroid dan gonadotropin untuk mengatur diferensiasi seks dan gametogenesis telah berhasil dimanfaatkan dalam budidaya ikan untuk memanipulasi pematangan gonad (Sarter *et al.*, 2006). Hormon steroid dapat mengatur beberapa fenomena reproduksi antara

lain proses diferensiasi gonad, pembentukan gamet, ovulasi, spermiasi, pemijahan atau tingkah laku kawin, ciri-ciri seks sekunder, perubahan morfologis atau fisiologis pada musim pemijahan atau produksi feromon (Hachfi *et al.*, 2012). Salah satu hormon yang dapat banyak dipakai adalah  $17\alpha$ -metiltestosteron (MT).

Steroid menginisiasi perubahan pada karakteristik seks sekunder, tingkah laku sesuai dengan perkembangan dan kematangan gamet (Hachfi *et al.* 2012). Pembentukan steroid pada ikan terjadi pada sel Leydig. Kolesterol diambil dan disintesis oleh sel Leydig. Kolesterol dikonversi menjadi pregnenolon pada organel mitokondria. Pregnenolon dikonversi menjadi  $17\alpha$ -hydroxy-progesteron yang akan menjadi substrat sintesis androgen. Produk utama dari testis ikan dewasa adalah 11-ketosteron (11-KT) yang dihasilkan oleh testosteron (T) (Schulz & Nóbrega, 2011). Konsentrasi plasma steroid akhir tergantung pada tingkat sintesis dan kecepatan deaktivasi oleh liver (Hachfi *et al.*, 2012). Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji peran induksi hormonal menggunakan PMSG, AD, dan MT atau kombinasinya yang disuntikkan pada ikan sidat ukuran 100–150 g dalam mempercepat pematangan gonad ikan sidat.

## BAHAN DAN METODE

Materi uji yang digunakan adalah ikan sidat *A. bicolor bicolor*. Ikan sidat yang digunakan berjumlah 120 ekor dan berukuran  $120,56 \pm 2,27$  g/ekor ( $38,230 \pm 0,435$  cm). Hormon yang digunakan adalah PMSG, AD, dan MT. Perlakuan yang diuji adalah kombinasi penggunaan PMSG, AD, dan MT: P1 (10 IU/kg PMSG + 0,01 mg/kg AD), P2 (20 IU/kg PMSG + 0,01 mg/kg AD), P3 (10 IU/kg PMSG + 0,01 mg/kg AD + 150  $\mu$ g/kg MT), P4 (20 IU/kg PMSG + 0,01 mg/kg AD + 150  $\mu$ g/kg MT), dan P5 (tidak diberi perlakuan hormon).

### Persiapan wadah

Wadah yang digunakan untuk aklimatisasi berupa bak berbentuk persegi empat ber dinding keramik dengan ukuran  $2 \times 2 \times 1$  m<sup>3</sup>. Sebelum ikan sidat dimasukkan ke dalam bak, bak terlebih dahulu dibersihkan dari kotoran dan mikroorganisme. Bak yang sudah bersih diisi air tawar sampai ketinggian 30 cm dan dilengkapi dengan aerasi dan filter. Setelah diisi air, lima buah waring ditempatkan di dalam bak dengan ukuran  $50 \times 50 \times 70$  cm<sup>3</sup> dan diberi pemberat di

bagian dasar waring. Air dalam bak didiamkan selama tiga hari sebelum ikan sidat dimasukkan ke dalam waring. Masing-masing waring disediakan *shelter* berupa paralon sepanjang 60 cm dengan diameter 3 inci sebanyak tiga buah.

### Persiapan dan pemeliharaan ikan uji

Ikan sidat sebanyak 120 ekor dibawa dalam plastik yang berisi air dan ditambahkan oksigen serta es batu secukupnya. Setelah tiba di laboratorium, ikan sidat dimasukkan ke dalam bak berisi air tawar dengan ketinggian air 50 cm untuk proses aklimatisasi.

Setelah diaklimatisasi, semua ikan ditimbang bobot dan diukur panjangnya, kemudian dimasukkan ke dalam waring. Setiap waring berisi 24 ekor. Ikan diadaptasi dengan air laut secara perlahan selama lima hari. Hari pertama ikan diadaptasi dengan air laut dicampur air tawar bersalinitas 10 ppt, hari kedua 15 ppt, hari ketiga 21,7 ppt, hari keempat 25,5 ppt, dan hari kelima 30 ppt.

Kualitas air yang diukur meliputi suhu, oksigen terlarut (DO), pH, dan salinitas. Pengukuran kualitas air dilakukan sekali setiap minggu. Hal ini dilakukan untuk menjaga kualitas air sebagai media pemeliharaan yang bisa mengganggu pertumbuhan ikan sidat apabila tidak dikontrol. Suhu air selama penelitian berkisar antara 27–28 °C, oksigen terlarut berkisar antara 7,0–7,3 ppm, pH berkisar antara 6,7–6,8, dan salinitas 25–30 ppt.

Ikan sidat dipelihara selama delapan minggu. Ikan sidat diberi pakan komersial dengan kandungan protein 46%. Pemberian pakan dilakukan dua kali sehari yaitu pada pukul 09.00 dan 16.00 WIB sebanyak 3% dari bobot total ikan sidat. Filter dibersihkan setiap tiga hari sekali dan penggantian air dilakukan sebanyak jumlah air yang terbuang.

### Penyuntikan ikan sidat

Sebelum disuntik, ikan sidat dibius terlebih dahulu dengan menggunakan *stabilizer* untuk mengurangi stres pada ikan sidat. Dosis *stabilizer* yang digunakan 1 mL/0,5 L air. Ikan sidat dibius dalam wadah air laut yang diberi *stabilizer* kemudian didiamkan selama 2–3 menit. Setelah ikan sidat pingsan, panjang dan bobot tubuh ikan sidat diukur. Pengukuran panjang dan bobot tubuh ikan digunakan sebagai parameter pertambahan panjang ikan sidat, pertambahan bobot ikan sidat, dan perhitungan dosis hormon yang akan disuntikkan pada ikan sidat.

Penelitian dilakukan dengan menyuntikkan hormon PMSG, AD, dan MT atau kombinasinya pada ikan sidat. Penyuntikan dilakukan secara intramuskular setiap satu minggu sekali selama delapan minggu dengan dosis disesuaikan dengan bobot tubuh ikan sidat.

### Pengambilan sampel gonad dan darah

Pengambilan sampel gonad yang dipergunakan untuk pengamatan nilai indeks gonadosomatik (IGS), tingkat kematangan gonad (TKG), dan nisbah kelamin dilakukan sebanyak lima kali yaitu pada minggu awal pemeliharaan, kedua, keempat, keenam, dan kedelapan. Pengambilan sampel darah untuk profil hormon testosteron (T) dilakukan pada minggu awal, keempat, dan kedelapan. Ikan sidat sampel yang diambil untuk pengamatan sebanyak tiga ekor dari setiap perlakuan.

### Parameter pengamatan

Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah 1) indeks gonadosomatik (IGS), 2) tingkat kematangan gonad mengacu pada klasifikasi Miura dan Miura (2011) dan Peñaranda *et al.* (2010), 3) nisbah kelamin, 4) level testosteron, menggunakan metode *enzym-linked immuno assay* (ELISA), 5) pertambahan panjang, dan 6) pertambahan bobot,

### Prosedur analisis data

Data yang diperoleh dari pengamatan kemudian dihitung untuk mendapatkan hasil parameter pengamatan pertambahan panjang, pertambahan bobot mutlak, dan IGS. Data dianalisis secara statistik menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) dan jika terdapat perbedaan nyata ( $P < 0,05$ ) maka dilanjutkan dengan uji Tuckey dan Duncan dengan selang kepercayaan 95%. Pengolahan pengujian data menggunakan piranti lunak *Microsoft Excel 2010* dan *SPSS 16*. Hasil pengamatan struktur tingkat kematangan gonad, nisbah kelamin, dan level testosteron dianalisis secara deskriptif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Indeks gonadosomatik (IGS)

Nilai IGS pada ikan sidat yang diberi perlakuan berupa kombinasi hormon mengalami peningkatan tertinggi di minggu keenam namun kembali turun di minggu kedelapan kecuali P3 yang justru semakin meningkat di minggu kedelapan. IGS perlakuan P5 hampir tidak

ada perubahan selama delapan minggu masa pemeliharaan.

Selama delapan minggu pemeliharaan, P3 menunjukkan nilai rata-rata IGS tertinggi yaitu sebesar  $1,3030 \pm 0,2426\%$ . Perlakuan P1 ( $1,1619 \pm 0,1684\%$ ) dan P4 ( $1,2537 \pm 0,2188\%$ ) tidak mengalami perbedaan rata-rata IGS yang nyata. Nilai rata-rata IGS P5 ( $0,8768 \pm 0,0012\%$ ) mencapai nilai terendah dibanding nilai rata-rata IGS dari semua perlakuan (Tabel 1).

### Tingkat kematangan gonad

Pengamatan mikroskopik dilakukan untuk melihat dan memastikan perkembangan gonad yang tidak bisa dilihat secara langsung. Meskipun ikan sidat dengan perlakuan kombinasi hormon menghasilkan gonad jantan namun berdasarkan pengamatan histologi, gonad ikan sidat mengalami fase perkembangan testis yang berbeda-beda (Gambar 2).

### Nisbah kelamin

Hasil pengamatan parameter nisbah kelamin ikan sidat selama delapan minggu menghasilkan 100% ikan sidat jantan pada ikan sidat yang diberi perlakuan hormon (Tabel 2). Ikan sidat yang diberi perlakuan hormon menghasilkan 100% ikan sidat jantan namun dengan tingkat kematangan gonad yang bervariasi. Ikan sidat perlakuan kontrol (P5) hingga akhir masa pemeliharaan belum menghasilkan ikan sidat yang jelas kelaminnya (belum terdiferensiasi).

### Konsentrasi testosteron

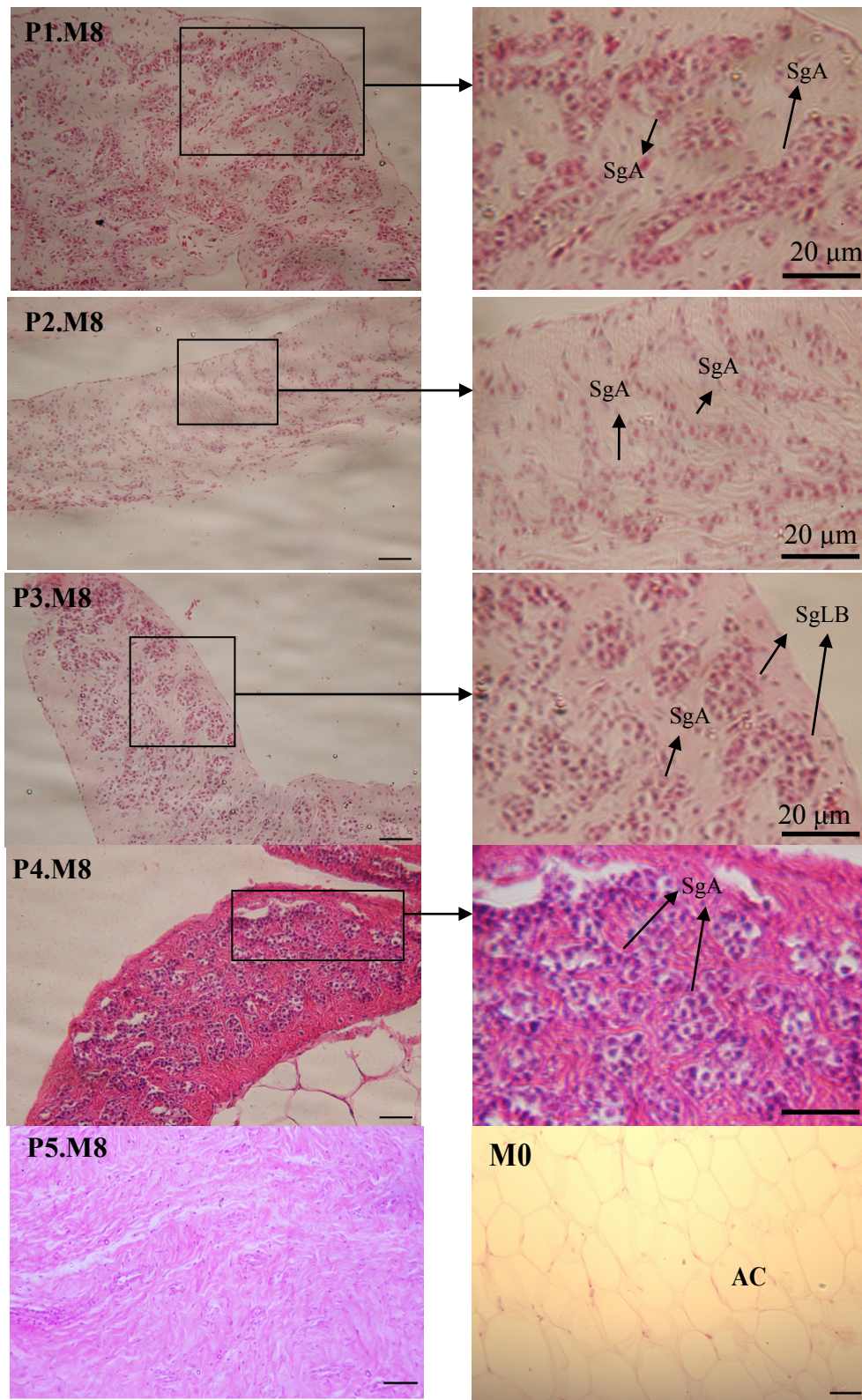
Ikan sidat yang diberi hormon mengalami

Tabel 1. Nilai rata-rata dan standar deviasi indeks gonadosomatik (IGS) pada setiap perlakuan selama pemeliharaan

Perlakuan	IGS (rata-rata / SD) (%)
P1	$1,1619 \pm 0,1684^{bc}$
P2	$1,1393 \pm 0,1973^b$
P3	$1,3030 \pm 0,2426^c$
P4	$1,2537 \pm 0,2188^{bc}$
P5	$0,8769 \pm 0,0012^a$

Huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata ( $P < 0,05$ ). Keterangan: P1 (10 IU/kg PMSG + 0,01 mg/kg AD), P2 (20 IU/kg PMSG + 0,01 mg/kg AD), P3 (10 IU/kg PMSG + 0,01 mg/kg AD + 150 µg/kg MT), P4 (20 IU/kg PMSG + 0,01 mg/kg AD + 150 µg/kg MT), P5 (kontrol).





Gambar 2. Struktur histologis testis ikan sidat pada minggu awal (M0) dan minggu kedelapan (M8). Keterangan: P1 (10 IU/kg PMSG + 0,01 mg/kg AD), P2 (20 IU/kg PMSG + 0,01 mg/kg AD), P3 (10 IU/kg PMSG + 0,01 mg/kg AD + 150  $\mu$ g/kg MT), P4 (20 IU/kg PMSG + 0,01 mg/kg AD + 150  $\mu$ g/kg MT), P5 (kontrol), AC (sel adiposit), SgA (spermatogonia tipe A), SgB (spermatogonia tipe B), SgB-L (spermatogonia tipe B-akhir).

peningkatan konsentrasi T pada minggu kedelapan (Gambar 3). Konsentrasi tertinggi pada minggu kedelapan diperoleh dari perlakuan P3 sebesar 3,022 ng/mL, kemudian diikuti oleh perlakuan P4

sebesar 1,650 ng/mL, P2 sebesar 1,360 ng/mL, dan P1 sebesar 1,324 ng/mL. Ikan sidat perlakuan kontrol tidak mengalami peningkatan konsentrasi T selama delapan minggu pemeliharaan.

### Pertambahan panjang

Pertambahan panjang ikan masing-masing perlakuan menunjukkan hasil yang berbeda-beda hingga akhir penelitian (Gambar 4). Perlakuan P1 merupakan perlakuan yang mengalami rata-rata pertambahan panjang paling kecil yaitu  $38,478 \pm 0,529$  cm. Rata-rata pertambahan panjang pada perlakuan P2 dan P5 tidak berbeda nyata yaitu  $38,789 \pm 0,597$  cm dan  $38,756 \pm 0,405$  cm. Perlakuan P4 menunjukkan rata-rata pertambahan panjang tertinggi yaitu  $39,878 \pm 0,821$  cm namun nilai rata-rata pertambahan panjang ini tidak berbeda nyata dengan rata-rata pertambahan panjang P3  $39,711 \pm 0,525$  cm.

### Pertambahan bobot

Selama delapan minggu pemeliharaan, ikan sidat yang dipelihara dalam air laut memiliki nafsu makan yang cukup baik sehingga pertumbuhannya juga baik. Pertambahan bobot setiap perlakuan mengalami peningkatan tiap minggunya (Gambar 5). Pertambahan bobot ikan sidat meningkat seiring dengan pertambahan panjang ikan sidat.

Perlakuan P4 selama delapan minggu penelitian menunjukkan rata-rata pertambahan bobot yang paling tinggi dibandingkan perlakuan lainnya yaitu  $126,84 \pm 2,28$  g. Perlakuan P3 memiliki rata-rata pertambahan bobot  $124,17 \pm 2,95$  g. Perlakuan P1 dan P2 memiliki rata-rata pertambahan bobot yang tidak berbeda nyata yaitu  $122,46 \pm 1,05$  g dan  $123,01 \pm 1,83$  g. Perlakuan P5 mengalami rata-rata pertambahan bobot paling kecil di antara semua perlakuan yaitu  $121,29 \pm 2,51$  g (Tabel 4). Secara umum, ikan sidat yang diberi perlakuan hormon

Tabel 2. Nisbah kelamin ikan sidat pada setiap perlakuan selama pemeliharaan PMSG + 0,01 mg/kg AD + 150 µg/kg MT), P5 (kontrol); AC, sel adiposit; SgA, spermatogonia tipe A; SgB, spermatogonia tipe B; SgB-L, spermatogonia tipe B-akhir.

Perlakuan	Jumlah		Persentase (%)	
	jantan	betina	jantan	betina
P1	4	0	100	0
P2	4	0	100	0
P3	4	0	100	0
P4	4	0	100	0
P5	0	0	0	0

Keterangan: P1 (10 IU PMSG/kg+0,01 mg AD/kg), P2 (20 IU PMSG/kg+0,01 mg AD/kg), P3 (PMSG/kg+0,01 mg AD/kg), P3 (10 IU PMSG/kg+0,01 mg AD/kg+150 µg MT/kg), P4 (20 IU PMSG/kg+0,01 mg AD/kg+150 µg MT/kg), P5 (kontrol).

menunjukkan pertambahan bobot yang lebih baik dibanding ikan sidat yang tidak diberi perlakuan hormon (P5).

## PEMBAHASAN

Pematangan pada sidat diiringi dengan peningkatan bobot gonad, bobot hati, dan penurunan bobot saluran pencernaan (Durif *et al.*, 2005). Nilai IGS merupakan nilai kuantitatif yang menggambarkan perubahan bobot gonad terhadap bobot tubuh ikan pada saat terjadi perkembangan gonad dalam proses reproduksi dan akan mencapai nilai maksimum pada saat akan terjadinya pemijahan. Nilai IGS semua ikan sidat yang diberi perlakuan hormon meningkat di minggu keenam namun menurun di minggu kedelapan kecuali perlakuan 10 IU/kg PMSG + 0,01 mg/kg AD + 150 µg/kg MT yang justru semakin meningkat sampai minggu kedelapan. Perlakuan kontrol tidak mengalami peningkatan nilai IGS. Nilai rata-rata IGS yang didapat dari penelitian ini berkisar antara 0,877–1,254 pada ukuran ikan 100–150 g. Kotake *et al.* (2007) mengoleksi *silver eel A. japonica* dari Teluk Mikawa dan Kepulauan Amakusa dan dilaporkan nilai GSI ikan sidat jantan berkisar antara 0,0–0,5 sedangkan penelitian Rovara (2007) mendapatkan nilai IGS berkisar antara 1,07–3,37 pada ukuran ikan sidat jenis *A. bicolor bicolor* pada bobot rata-rata 600 g.

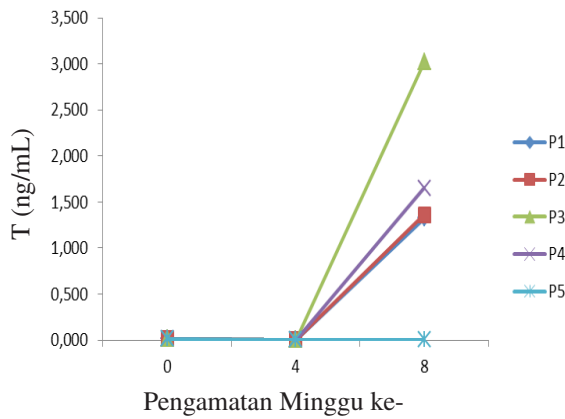
Gonad ikan sidat diamati secara mikroskopik. Pengamatan ini berguna untuk mengetahui histologi gonad ikan sidat yang diberi kombinasi hormon PMSG, AD, dan MT dengan ikan sidat yang tidak diberi rangsangan hormonal. Pada minggu kedelapan, ditemukan gonad jantan pada hampir semua ikan sidat yang diberi perlakuan

Tabel 3. Nilai rata-rata dan standar deviasi pertambahan panjang ikan sidat pada setiap perlakuan selama pemeliharaan

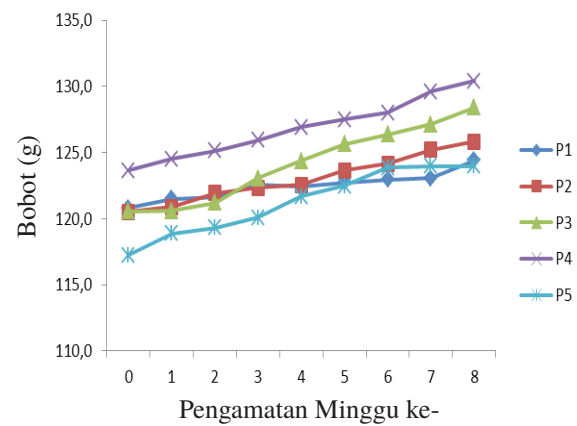
Perlakuan	Pertambahan panjang
P1	$38,478 \pm 0,529a$
P2	$38,789 \pm 0,597b$
P3	$39,711 \pm 0,525c$
P4	$39,878 \pm 0,821c$
P5	$38,756 \pm 0,405b$

Huruf superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ( $P < 0,05$ ). Keterangan P1 (10 IU/kg PMSG + 0,01 mg/kg AD), P2 (20 IU/kg PMSG + 0,01 mg/kg AD), P3 (10 IU/kg PMSG + 0,01 mg/kg AD + 150 µg/kg MT), P4 (20 IU/kg PMSG + 0,01 mg/kg AD + 150 µg/kg MT), P5 (kontrol).

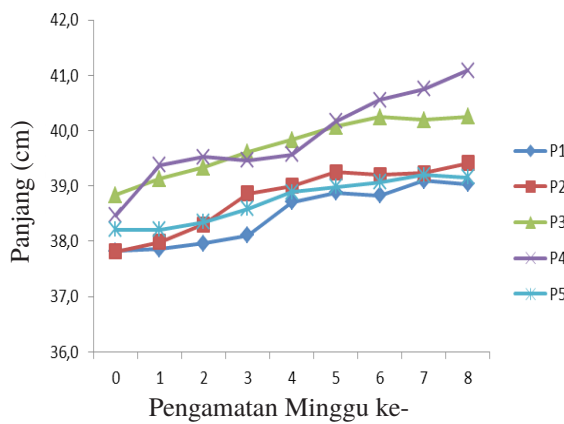




Gambar 3. Konsentrasi testosteron (T) dalam darah ikan sidat setiap perlakuan selama pemeliharaan. Keterangan: P1 (10 IU PMSG/kg+0,01 mg AD/kg), P2 (20 IU PMSG/kg+0,01 mg AD/kg), P3 (PMSG/kg+0,01 mg AD/kg), P3 (10 IU PMSG/kg+0,01 mg AD/kg+150 µg MT/kg), P4 (20 IU PMSG/kg+0,01 mg AD/kg+150 µg MT/kg), P5 (kontrol).



Gambar 5. Pertambahan bobot ikan sidat pada setiap perlakuan selama pemeliharaan. Keterangan: P1 (10 IU PMSG/kg+0,01 mg AD/kg), P2 (20 IU PMSG/kg+0,01 mg AD/kg), P3 (PMSG/kg+0,01 mg AD/kg), P3 (10 IU PMSG/kg+0,01 mg AD/kg+150 µg MT/kg), P4 (20 IU PMSG/kg+0,01 mg AD/kg+150 µg MT/kg), P5 (kontrol).



Gambar 3. Pertambahan panjang ikan sidat pada setiap perlakuan selama pemeliharaan. Keterangan: P1 (10 IU PMSG/kg+0,01 mg AD/kg), P2 (20 IU PMSG/kg+0,01 mg AD/kg), P3 (PMSG/kg+0,01 mg AD/kg), P3 (10 IU PMSG/kg+0,01 mg AD/kg+150 µg MT/kg), P4 (20 IU PMSG/kg+0,01 mg AD/kg+150 µg MT/kg), P5 kontrol.

hormon. Perlakuan hormon 10 IU/kg PMSG + 0,01 mg/kg AD, 20 IU/kg PMSG + 0,01 mg/kg AD, dan 20 IU/kg PMSG + 0,01 mg/kg AD + 150 µg/kg MT menghasilkan gonad berkelamin jantan dan berada dalam fase TKG I. Perlakuan 10 IU/kg PMSG + 0,01 mg/kg AD + 150 µg/kg MT menghasilkan gonad berkelamin jantan dan berada dalam fase TKG II. TKG I ditandai dengan adanya spermatogonia A dan spermatonia B-awal. Spermatogonia A memiliki ciri inti sel besar yang diselubungi kapsul seminiferus, jumlah inti dalam satu kapsul masih sedikit, dan jumlah kapsul masih jarang, sedangkan spermatogonia B-awal berciri memiliki inti sel yang mulai mengecil namun masih di dalam kapsul, jumlah

Tabel 4 Nilai rata-rata dan standar deviasi pertambahan bobot pada setiap perlakuan selama pemeliharaan

Perlakuan	IGS (rata-rata ± SD) (%)
P1	1,1619±0,1684bc
P2	1,1393±0,1973b
P3	1,3030±0,2426c
P4	1,2537±0,2188bc
P5	0,8769±0,0012a

Huruf superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ( $P < 0,05$ ). Keterangan: P1 (10 IU/kg PMSG + 0,01 mg/kg AD), P2 (20 IU/kg PMSG + 0,01 mg/kg AD), P3 (10 IU/kg PMSG + 0,01 mg/kg AD + 150 µg/kg MT), P4 (20 IU/kg PMSG + 0,01 mg/kg AD + 150 µg/kg MT), P5 (kontrol).

inti dan kapsul semakin merata dipermukaan jaringan. TKG II ditandai dengan adanya spermatogonia B-akhir, dengan ciri nukleus lebih padat, heterogen, dan mitokondria lebih kecil dibanding dengan spermatogonia B-awal (Miura & Miura, 2011). Perlakuan kontrol menghasilkan gonad berada dalam tahap indifferen akhir dan berada dalam fase TKG 0. Spermatogonia dan oogonia tidak bisa diidentifikasi pada tahap ini (Beullens *et al.*, 1997).

Ikan sidat dewasa merupakan spesies gonokhoris yang memulai perkembangannya dengan primordial gonad yang ambigu. Primordial gonad ini belum terdiferensiasi dan memiliki sedikit sel germ. Gonad jantan berkembang melalui tahap transisi interseksual yaitu tahap gonad mengandung spermatogonia

dan oogonia (organ Syrski), sedangkan gonad betina berkembang langsung dari primordial gonad indifferen menjadi ovari (Beullens *et al.*, 1997). Ikan sidat yang diberi perlakuan hormon ditemukan gonad jantan dengan tingkat kematangan yang berbeda-beda sedangkan pada ikan sidat yang tidak diberi perlakuan (kontrol) belum ditemukan gonad yang jelas (gonad indifferen). Hal ini cukup berbeda dengan hasil penelitian Beullens *et al.* (1997) pada *A. anguilla*, yang menemukan gonad indifferen pada ukuran 14,9–24,7 cm. Ukuran panjang sidat indifferen tumpang tindih dengan ukuran panjang sidat interseks 31,9–58,2 cm dan tumpang tindih pula dengan ukuran panjang sidat jantan 31,9–58,2 cm. Pada penelitian ini, ikan sidat perlakuan kontrol dengan ukuran  $38,756 \pm 0,525$  cm masih ditemukan gonad indifferen sehingga pemberian kombinasi hormon PMSG, AD, dan MT pada ikan sidat menghasilkan ikan sidat jantan 100% yang memasuki fase spermatogenesis tahap II dan II. Hal ini membuktikan adanya pengaruh kombinasi hormon terhadap induksi pematangan gonad ikan sidat.

Informasi tentang kimiawi darah ikan diperlukan untuk menganalisis pengaruh induksi hormonal pada profil darah selama proses perkembangan gonad ikan. Pengukuran beberapa parameter darah, seperti kolesterol, glukosa, trigliserida, dan lainnya dilakukan untuk dapat dijadikan indikasi periode reproduksi ikan (Kocaman *et al.*, 2005). Selama delapan minggu pemeliharaan, konsentrasi T pada ikan sidat yang diberi perlakuan hormon meningkat di minggu kedelapan. Hormon androgen 11–KT dan T meningkat bertahap dalam proses spermatogenesis dan mencapai level puncak secara singkat sebelum atau pada saat awal mula musim pemijahan (Schulz & Nóbrega, 2011). Pada penelitian ini, peningkatan T menunjukkan adanya tanda-tanda munculnya spermatogenesis, sehingga diduga peningkatan yang sangat kecil pada konsentrasi plasma T sudah cukup menginduksi permulaan perkembangan testis (Sulistyo *et al.*, 2000). Perubahan pada level plasma androgen mempunyai hubungan dengan aktivasi sel sertoli dan sel leydig, induksi mitosis spermatogonial dan pembentukan lobular pada *Japanese eel* jantan (Saksena *et al.* 1995).

Ikan sidat merupakan ikan karnivora murni yang membutuhkan pakan berupa hewan lain (Affandi, 2005). Oleh karena itu, apabila ikan sidat diberi makanan pengganti yang berupa pakan buatan maka kadar proteinnya harus tinggi

(40–50%) dan variasi kandungan lemak 7–20% (Monticini, 2014). Selama pemeliharaan, ikan sidat diberi pakan buatan yang mengandung protein 46% sehingga kebutuhan nutrisi dan energi dapat terpenuhi dengan baik. Apabila kebutuhan nutrisi dan energinya terpenuhi maka ikan dapat tumbuh optimal. Ikan sidat mengalami pertambahan panjang dan bobot mutlak setiap minggunya selama delapan minggu pemeliharaan. Pertambahan panjang tubuh ikan sidat tertinggi ditunjukkan oleh ikan sidat yang diberi kombinasi hormon PMSG, AD, dan MT yaitu 20 IU/kg PMSG + 0,01 mg/kg AD + 150 µg/kg MT ( $39,878 \pm 0,82118$  cm) dan 10 IU/kg PMSG + 0,01 mg/kg AD + 150 µg/kg MT ( $39,711 \pm 0,52520$  cm).

Tidak berbeda dengan pertambahan panjang ikan sidat, pertambahan bobot mutlak ikan sidat tertinggi ditunjukkan juga oleh ikan sidat yang diberi kombinasi hormon PMSG, AD, dan MT yaitu 20 IU/kg PMSG + 0,01 mg/kg AD + 150 µg/kg MT ( $126,84 \pm 2,27982$  g) dan 10 IU/kg PMSG + 0,01 mg/kg AD + 150 µg/kg MT ( $124,17 \pm 2,95127$  g). Peningkatan bobot juga dipengaruhi oleh proses perkembangan gonad yang berdampak pada konsumsi energi sehingga memerlukan energi lebih banyak selama penelitian. Diferensiasi dan perkembangan gonad memungkinkan dipacu dengan pendekatan ukuran tubuh dibanding umur (Meliá *et al.*, 2006).

## KESIMPULAN

Penyuntikan ikan sidat yang berukuran 100–150 g dengan kombinasi 10 IU PMSG/kg + 0,01 mg AD/kg + 150 µg MT/kg dengan delapan kali penyuntikan dapat mempercepat pematangan testis mencapai tahap II. Penambahan MT dalam premiks hormon PMSG dan AD dapat lebih mempercepat pematangan gonad jantan dan pertumbuhan ikan sidat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Affandi R. 2005. Strategi pemanfaatan sumberdaya ikan sidat *Anguilla* spp. di Indonesia. Jurnal Iktiologi Indonesia 5: 77–81.
- Bairwa MK, Saharan N, Rawat KD, Jakhar JK, Bera A. 2013. Photoperiod, melatonin and its importance in fish reproduction. Central European Journal of Experimental 2: 7–15.
- Beullens K, Eding EH, Gilson P, Oliver F, Komen J, Ritcher CJJ. 1997. Sex differentiation, changes in length, weight and eye size before



- and after metamorphosis of European eel *Anguilla anguilla* L. maintained in captivity. *Aquaculture* 153: 151–162.
- Durif C, Dufour S, Elie P. 2005. The silvering process of *Anguilla anguilla*: a new classification from the yellow resident to the silver migrating stage. *Journal of Fish Biology* 66:1.025–1.043.
- Gallego V, Mazzeo I, Vílchez MC, Peñaranda DS, Carneiro PCF, Pérez L, Asturiano JF. 2012. Study of the effect of thermal regime and alternative hormonal treatment on the reproductive performance of European eel males *Anguilla anguilla* during induced sexual maturation. *Aquaculture* 7: 354–355.
- Hachfi L, Couvray S, Simide R, Tarnowska K, Pierre S, Gaillard S, Richard S, Coupé S, Grillasca JP, Prévot-D'Alvise N. 2012. Impact of endocrine disrupting chemicals (EDCs) on hypothalamic-pituitary-gonad-liver (HPGL) axis in fish. *World Journal of Fish and Marine Sciences* 4: 14–30.
- Kocaman EM, Yanik T, Erdoğan O, Citas AK. 2005. Alteration in cholesterol, glucose, and triglyceride levels in reproduction of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 4: 801–804.
- Kotake A, Arai T, Okamura A, Yamada Y, Utoh T, Oka HP, Miller J, Tsukamoto K. 2007. Ecological aspects of the Japanese eel *Anguilla japonica* collected from coastal areas of Japan. *Zoological Science* 24: 1.213–1.221.
- Meliá P, Bevacqua D, Crivelli AJ, Panfilis J, De Leo GA, dan Gatto M. 2006. Sex differentiation of the European eel in brackfish and freshwater environments: a comparative analysis. *Journal of Fish Biology* 69: 1.228–1.235.
- Miura C, Miura T. 2011. Analysis of spermatogenesis using an eel model. *Aqua-Bioscience Monographs* 4: 105–129.
- Monticini P. 2014. Eel *Anguilla* spp.: production and trade according to Washington convention legislation. *Globefish Research Programme* 114: 1–78.
- Mousavi SE, Yousefian M. 2012. Effects of exogenous hormones on plasma cortisol, sex steroids hormone and glucose levels in male and female grass carp *Ctenopharyngodon idellus* during the spawning induction. *African Journal of Biotechnology* 11: 8.920–8.927.
- Palstra AP, Schnabel D, Nieveen MC, Spaink HP, Van den Thillart G-EEJM. 2008. Male silver eels mature by swimming. *BioMed Central Physiology* 8: 1–4.
- Peñaranda DS, Pérez L, Gallego V, Jover M, Tveiten H, Baloché S, Dufour S, Asturiano JF. 2010. Molecular and physiological study of the artificial maturation process in European eel males: from brain to testis. *General and Comparative Endocrinology* 166: 160–171.
- Rovara O. 2007. Karakteristik reproduksi, upaya maskulinisasi, dan pematangan gonad ikan sidat betina *Anguilla bicolor bicolor* melalui penyuntikan ekstrak hipofisis [Disertasi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Saksena DN, Miura T, Jiang J, Nagahama Y. 1995. A rapid activation of immature testis of Japanese eel *Anguilla japonica* by a single injection of human chorionic gonadotropin. *Journal of Biosciences* 20: 675–689.
- Sarter K, Papadaki M, Zanuy S, dan Mylonas CC. 2006. Permanent sex inversion in 1-year-old juveniles of the protogynous dusky grouper *Epinephelus marginatus* using controlled-release 17 $\alpha$ -methyltestosterone implants. *Aquaculture* 256: 443–456.
- Schultz RW, dan Nóbrega RH. 2011. Regulation of spermatogenesis. In: Farrell AP (Ed). *Encyclopedia of fish Physiology: from genome to environment*. San Diego: Academic Press.
- Sulistyo I, Fontaine P, Rinchard J, Gardeur J-N, Migaud H, Capdeville B, Kestemont P. 2000. Reproductive cycle and plasma levels of steroids in male Eurasian perch *Perca fluviatilis*. *Aquatic Living Resources* 13: 99–106.
- Weltzien FA, Pasqualini C, Sébert ME, Vidal B, Le Belle N, Kah O, Vernier P, Dufour S. 2006. Androgen-dependent stimulation of brain dopaminergic systems in the female European eel *Anguilla anguilla*. *Endocrinology* 147: 2.964–2.973.
- Zakes Z, Demska-Zakes K. 2009. Controlled reproduction of pikeperch *Sander lucioperca* (L.): a review. *Archives of Polish Fisheries* 17: 153–170.