

## **Jenis Kelamin dan Perkembangan Gonad Protogini Kerapu Tikus (*Cromileptes altivelis*) Setelah Rangsangan Hormon**

*(Types of Sex And Development of Gonad Protoginic Rice Grouper (*Cromileptes altivelis*) After Hormone Stimulation)*

<sup>1\*)</sup>Abdul Zahri, <sup>2)</sup>Melissa Justin Renjaan, <sup>3)</sup>Farida

<sup>1)</sup>Program Studi Teknologi Budidaya Perikanan, Politeknik Perikanan Negeri Tual, Maluku Tenggara

<sup>2)</sup>Program Studi Bioteknologi Perikanan, Politeknik Perikanan Negeri Tual, Maluku Tenggara

<sup>3)</sup>Program Studi Budidaya Perairan, Universitas Muhammadiyah Pontianak

<sup>1\*)</sup>Koresponden: [abdul.zahri25@gmail.com](mailto:abdul.zahri25@gmail.com)

**Diterima : 7 Januari 2020 / Disetujui : 11 Desember 2020**

### **ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh estradiol (E2) dan metil testosteron (MT) yang dikombinasikan dengan hCG terhadap komposisi jenis kelamin dan perkembangan gonad protogini kerapu tikus (*Cromileptes altivelis*). Ikan kerapu tikus yang digunakan sebagai hewan uji dengan berat  $13 \pm 1,5$  g pada fase pendederan. Perlakuan yang digunakan diantaranya larutan estradiol  $3 \text{ mg mL}^{-1}$  + hCG  $20 \text{ IU mL}^{-1}$  (CE), MT  $3 \text{ mg mL}^{-1}$  + hCG  $20 \text{ IU mL}^{-1}$  (CM), estradiol  $3 \text{ mg mL}^{-1}$  (E), MT  $3 \text{ mg mL}^{-1}$  (M), hCG  $20 \text{ IU mL}^{-1}$  (C) dan kontrol NaCl  $9 \text{ mg mL}^{-1}$  (K). Hormon dengan dosis  $1 \text{ mL kg}^{-1}$  diinjeksikan secara intra muskular pada dasar sirip punggung, sebanyak enam kali dan periode setiap dua minggu. Ikan dipelihara dalam wadah fiberglass kapasitas 500 liter dengan sistem air tenang selama 11 bulan. Ikan diberi pakan pellet dengan kandungan protein 46% dua kali sehari. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap dengan satu faktor perlakuan, yaitu hormon dengan kombinasinya. Pemberian hormon secara kombinasi, yaitu perlakuan CE dan CM berdampak pada gametogenesis dengan nilai GSI  $0,4161 \pm 0,0978\%$  dan  $0,4161 \pm 0,1055\%$  sedangkan HSI pada CE  $0,6456 \pm 0,0419\%$  dan CM  $0,5797 \pm 0,1069\%$ . Gambaran histologi gonad menunjukkan pola intersek dan perubahan jenis kelamin dari betina menjadi jantan pada perlakuan M dan CM. Hormon MT mampu merangsang perubahan kelamin betina menjadi jantan dan kinerjanya semakin efektif bila dikombinasikan dengan hCG, 90% dari populasi sampel. Perkembangan gonad betina pada fase oogonia dan jantan hasil maskulinisasi pada fase spermatogonia.

**Kata Kunci:** hormon; jenis kelamin; perkembangan gonad; kerapu tikus

### **ABSTRACT**

*This study aims to analyze the effect of estradiol (E2) and methyltestosterone (MT) combined with hCG on the composition of sex and the gonad development of protogynous humpback grouper (*Cromileptes altivelis*). The fish experiment  $13 \pm 1,5$ g of body weight in the nursery phase. Treatment with a estradiol solution of  $3 \text{ mg mL}^{-1}$  + hCG  $20 \text{ IU mL}^{-1}$  (CE), MT  $3 \text{ mg mL}^{-1}$  + hCG  $20 \text{ IU mL}^{-1}$  (CM), estradiol  $3 \text{ mg mL}^{-1}$  (E),*

MT  $3 \text{ mg mL}^{-1}$  (M) and  $9 \text{ mg mL}^{-1}$  NaCl to control (K). Hormone with dose  $1 \text{ mL kg}^{-1}$  was injected on dorsal fin base, with frequency of six times and periode of two weeks. The fish are kept in a 500 liters fiberglass container with a calm water system for 11 months. Fish were fed pellets with protein content of 46% twice daily. The study used a completely randomized design with one treatment factor, the hormone and its combination. Giving hormones with combination, i.e. treatment CE and CM was effective to increase the percentage of gonad development with GSI value  $0.4161 \pm 0.0978\%$  and  $0.4161 \pm 0.1055\%$ , while HSI on CE  $0.6456 \pm 0.0419\%$  and CM  $0.5797 \pm 0.1069\%$ . The gonadal histologic observation showed transition pattern and sex change from female to male at treatment M and CM. The MT hormone is able to stimulate masculinization and its performance is more effective when combined with hCG, 90% from sample population. The development of female gonads in the phases of oögonia and male of masculinization result in the phase of spermatogonia.

**Keywords:** hormone; sex determination; gonad development; humpback grouper

## PENDAHULUAN

Perkembangan organ reproduksi pada ikan kerapu tikus (*Cromileptes altivelis* Valenciennes, 1828) merupakan fase yang sangat penting karena berhubungan dengan kemampuan untuk menghasilkan keturunan. Kemampuan untuk menghasilkan keturunan menjadi sangat vital dalam menunjang kegiatan budidaya, terutama ketersediaan stok induk jantan dan betina, pembenihan dan pemuliaan (Zahri et al. 2015) dalam mendukung pengembangan revitalisasi perikanan budidaya komoditas unggulan. Salah satu faktor yang menjadi kendala usaha pembenihan ikan kerapu tikus adalah ketersediaan induk fungsional, bahkan di balai-balai milik pemerintah induk ikan kerapu tikus yang dipijahkan berasal dari alam yang dibeli dari tangkapan nelayan (Sugama et al. 2012). Salah satu penyebab sulitnya mendapatkan induk dari hasil budidaya adalah lamanya waktu untuk mencapai matang kelamin induk ikan kerapu tikus, yaitu pada umur 3–4 tahun (Sugama et al. 2012). Menurut Standar Nasional Indonesia 01-6488.1-2000 tentang induk ikan kerapu tikus kelas induk pokok (*parent stock*) pada induk jantan umur  $\geq 3$  tahun dengan berat  $> 2,5 \text{ kg}$  dan induk betina umur  $\geq 2$  tahun dengan berat  $1-2,5 \text{ kg}$  (SNI, 2009). Tersedianya induk fungsional hasil budidaya diharapkan dapat mendukung produksi benih yang berkualitas tinggi setiap saat dan tidak terjadi penurunan genetik.

Hormon telah banyak dimanfaatkan untuk pengkondisian jenis kelamin, mempercepat pertumbuhan dan perkembangan gonad pada ikan. Terutama pada jenis-jenis ikan yang kecepatan pertumbuhannya dipengaruhi oleh jenis kelamin dan hermafroditisme atau gonokhorisme. Hormon estradiol-17 (E2) memiliki kemampuan untuk mendorong proses oogenesis, sedangkan metyl testosterone (MT) merangsang spermatogenesis. *Human chorionic gonadotropin* (hCG) mengandung bahan aktif yang terdiri dari *follicle stimulating hotmone* (FSH) dan *luteinizing hormone* (LH) dengan organ target gonad. Pada proses perkembangan gonad, FSH berperan merangsang gametogenesis baik pada testis maupun ovarium. Selanjutnya pada proses pematangan gonad peran LH lebih dominan (Zahri et al. 2018).

Penelitian pada ikan sidat yang gonokhoris, membuktikan kombinasi hormon hCG dengan E2 atau dengan MT dapat menghasilkan ikan betina 70% dari populasi ikan jantan (Zahri et al. 2016). Ikan betina yang dihasilkan mempunyai tingkat perkembangan gonad mencapai fase vitelogenesis akhir. Pada perlakuan dengan MT

mempertahankan populasi jantan dan ditemukan jantan matang (Zahri *et al.* 2016; 2015). Efek feminisasi juga ditemukan pada *Lepomis macrochirus* dengan dosis 150 mg kg<sup>-1</sup> pakan (Wang *et al.* 2008). Estradiol juga berperan selama proses spermatogenesis sidat, yaitu merangsang aktifitas sel Sertoli menyalurkan energi selama proses spermatogenesis (Zahri *et al.* 2015) dan melindungi sel germinal (Higuchi *et al.* 2012). Kemudian Kearney *et al.* (2011), menemukan bahwa interseks menunjukkan tanda-tanda perubahan kelamin, gonad mengandung oogonia dan spermatogonia.

Pentingnya penelitian ini untuk menyediakan calon induk secara dini dengan memanfaatkan E<sub>2</sub> dan MT yang dikombinasikan dengan hCG, sehingga dosis yang digunakan merujuk pada penelitian Zahri *et al.* 2015. Tujuan yang ingin dicapai adalah tersedianya metode pengkondisian jenis kelamin dan pematangan gonad pada ikan hermaphrodit protogini melalui rangsangan hormon.

## METODE PENELITIAN

### Waktu dan Tempat

Pemeliharaan dan eksperimen pada ikan kerapu tikus dilakukan bulan Juni – Agustus 2017 pada hatchery di Politeknik Perikanan Negeri Tual, Maluku Tenggara. Pembuatan preparat dan analisis histologi gonad dilakukan di Laboratorium Kesehatan Ikan, Departemen Budidaya Perairan Institut Pertanian Bogor.

### Bahan dan Alat

Penelitian menggunakan benih ikan berasal dari hasil pembenihan di Balai Budidaya Laut Tual dengan berat 13±1,5g sebanyak 200 ekor. Hormon yang digunakan meliputi metil testosteron Polaris, Estradiol Argent, hCG Chorullon. Bahan untuk menenangkan ikan menggunakan MS-222 Argent dan untuk sterilisasi wadah eksperimen menggunakan air panas dan detergent. Alat-alat yang digunakan antara lain bak fiberglass, syringe, timbangan digital 0,001 g, batang ukur, 0,01 cm, serokan, hi-blow, kamera dan alat tulis.

### Rancangan Penelitian

Penelitian menerapkan enam perlakuan dengan tiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Benih ikan kerapu tikus yang digunakan berjumlah 27 ekor tiap perlakuan. Eksperimen dilakukan menggunakan wadah bak fiberglass di hatchery. Masing-masing perlakuan yang diterapkan merujuk pada Zahri *et al.* 2015 diantaranya:

- a. Perlakuan E : hormon E2 3 mg/L
- b. Perlakuan M : hormon MT 3 mg/L
- c. Perlakuan C : hormon hCG 20 IU/mL
- d. Perlakuan CE : hormon E2 3 mg/L + hCG 20 IU/mL
- e. Perlakuan CM : hormon MT 3 mg/L + hCG 20 IU/mL
- f. Perlakuan K : larutan NaCl 9 mg/L

Tiap-tiap perlakuan disuntikkan melalui jaringan otot punggung (intra muscular) dengan dosis 1 mL/kg bobot tubuh ikan.

### Seleksi benih ikan

Stok ikan yang digunakan sebanyak 200 ekor yang dipelihara dalam bak fiberglass dengan kapasitas 3 ton. Stok ikan kemudian diseleksi untuk masing-masing perlakuan

sebanyak 27 ekor. Seleksi benih ikan dilakukan untuk mengumpulkan benih ikan yang sehat dan tidak terdapat cacat fisik. Seleksi juga dilakukan berdasarkan bobot tubuh dengan tingkat variasi yang tidak lebih dari 1,5 g per ekor. Ikan yang telah diseleksi kemudian dipelihara pada masing-masing wadah perlakuan.

### **Persiapan wadah**

Eksperimen menggunakan wadah fiberglass dengan dimensi 1,5 x 1 x 0,45 m) sebanyak 18 unit. Tiap-tiap wadah dilengkapi dengan instalasi aerasi dan irigasi. Sebelum digunakan wadah didesinfeksi menggunakan air panas yang mengandung detergent, wadah dibilas dengan air laut dan dikeringkan selama 24 jam. Air laut dengan salinitas 30 ppt dialirkan ke dalam wadah hingga mencapai ketinggian 35 cm.

### **Pemeliharaan ikan uji**

Selama rentang pemeliharaan dan pengujian, ikan diberi pakan pellet komersial dengan kandungan protein 46% yang diberikan secara *at satiasi* dua kali sehari pada pukul 08:00 dan pukul 16:00. Kontrol dilakukan setiap hari terhadap kondisi kesehatan ikan secara visual dan parameter kualitas air yang meliputi suhu dan salinitas. Parameter suhu diukur menggunakan thermometer batang Alk dan salinitas menggunakan refraktometer ATAGO S/mill.

### **Penyuntikan hormon**

Hormon disuntikkan secara *intramuscular*, yaitu dibagian pangkal sirip punggung pada baris sisik ke enam. Ikan ditenangkan menggunakan anaestesi MS-222 dengan konsentrasi 50 mg/L. Ikan yang telah tenang ditimbang bobot tubuhnya untuk menentukan dosis perlakuan. Dosis perlakuan yang disuntikkan adalah 1 mL/kg. Penyuntikan hormon dan sampling dilakukan dengan frekuensi enam kali dan periode setiap dua minggu, yaitu minggu ke-0 atau sampling pertama, minggu ke-2, minggu ke-4, minggu ke-6, minggu ke-8 dan minggu ke-10.

### **Parameter penelitian**

#### **Komposisi jenis kelamin**

Komposisi jenis kelamin dilakukan dengan pengamatan secara mikroskopis setiap sampling. Contoh gonad diproses secara histologi untuk mendapatkan citra topografi gonad sehingga dapat dibedakan antara gonad jantan dan gonad betina. Pengamatan komposisi jenis kelamin dilakukan untuk mengetahui adanya perubahan jenis kelamin akibat perlakuan.

#### **Gonad somatik indeks**

Pengukuran GSI dilakukan setiap sampling dengan menimbang bobot tubuh ikan sebelum diambil gonadnya. Gonad diambil kemudian ditimbang secara teliti dengan timbangan digital (tingkat ketelitian 0,001 g). Perbandingan antara bobot gonad dengan bobot tubuh merupakan nilai GSI setelah dipersentasekan. Pengamatan terhadap GSI dilakukan untuk mengetahui tingkat perkembangan gonad tiap perlakuan. Nilai GSI dihitung dengan rumus:

$$GSI = \frac{Wg}{Wt} \times 100\%$$

Keterangan:

GSI : *Gonado somatik indeks* (%)

Wg : Bobot gonad ikan kerapu tikus (g)

Wt : Bobot tubuh ikan kerapu tikus (g)

### Tingkat perkembangan gonad

Tingkat perkembangan gonad diukur melalui pengamatan mikroskopis setelah gonad diproses secara histologi. Preparat histologi gonad diamati dibawah mikroskop yang terhubung dengan komputer untuk merekam citra yang dihasilkan dan gambar histologi diolah dengan piranti lunak ImageRaster. Pengamatan fase perkembangan telur dilakukan berdasarkan pada Erisman *et al.* 2007 serta Gaspare dan Bryceson 2013. Data fase perkembangan telur menjadi dasar untuk menentukan TKG dan diameter telur.

### Analisis Data

Data hasil penelitian dianalisis secara statistik ANOVA dan beda nilai tengah perlakuan di uji dengan Beda Nyata Terkecil. Terhadap data histologi gonad dan diameter telur dianalisis secara deskriptif. Data tiap-tiap parameter yang telah diolah kemudian di tabulasi dan ditampilkan dalam bentuk grafik menggunakan piranti lunak Microsoft Excel 2010.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Komposisi jenis kelamin ikan kerapu tikus masing-masing perlakuan.

No.	Perlakuan	Minggu ke-					
		0	2	4	6	8	10
1.	K	3♀	3♀	3♀	3♀	3♀	3♀
2.	E	3♀	3♀	3♀	3♀	3♀	3♀
3.	M	3♀	3♀	3♀	3♀	<u>3♂</u>	<u>3♂</u>
4.	C	3♀	3♀	3♀	3♀	3♀	3♀
5.	CE	3♀	3♀	3♀	3♀	3♀	3♀
6.	CM	3♀	3♀♂	3♂	3♂	3♂	3♂

K: control; E: estradiol (E2); M: metiltestosteron (MT); C: *human chorionic gonadotropin* (hCG); CE: hCG + E2; CM: hCG + MT. ♂: jantan; ♀: betina; ♀♂: intersek. Data yang diberi tanda garis bawah sebagai ikan jantan dan data yang diblok warna abu-abu gonad intersek.

### Komposisi Jenis Kelamin

Penelitian ini menemukan adanya gonad jantan pada perlakuan M sebesar 30 % dan CM mencapai 90% dari populasi sampel. Perubahan kelamin sebagaimana tercantum pada Tabel 1 mulai terjadi pada minggu ke-8 pada perlakuan M, sedangkan pada perlakuan CM perubahan kelamin telah terdeteksi sejak minggu ke-2 dengan adanya gonad fase intersek. Kelamin jantan definitif mulai terdeteksi pada minggu ke-4 hingga minggu ke-10 dengan indikator tidak diemukannya oogonia dan berkembangnya spermatogonia. Pola intersek yang mengarah pada perubahan kelamin ditemukan pada perlakuan M dan CM, yaitu perlakuan metiltestosteron dan kombinasinya dengan hCG.

Perlakuan K, E, dan CE tidak ditemukan adanya fenomena intersek maupun perubahan kelamin. Zahri *et al.* (2016) dan Ijiri *et al.* (2011) menemukan bahwa testosterone secara kombinasi dengan hormon lain dapat merangsang perubahan kelamin dan pertumbuhan gonad pada ikan gonokhoris. Peran testosterone merangsang maskulinisasi pada ikan kerapu tikus juga terbukti dengan ditemukannya populasi hewan jantan pada minggu ke-8 dan ke-10, meskipun kinerjanya tidak sebaik bila dikombinasikan dengan hCG. Penelitian yang dilakukan pada *Danio rerio* dengan menerapkan metiltestosteron, memicu terjadinya maskulinisasi (Lee *et al.* 2017).

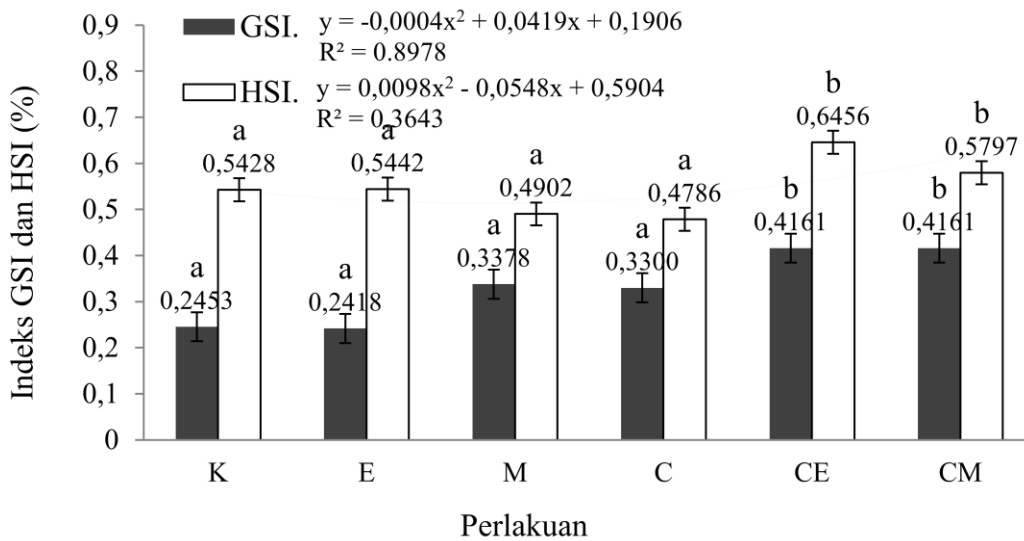
Hormon E2 berperan mengekspresikan ciri-ciri feminisme, salah satunya adalah merangsang hati untuk memproduksi vitelogenin yang merupakan bahan untuk membentuk kuning telur. Penelitian yang dilakukan pada *Heteropneustes fossilis* (Sing *et al.* 2009) dan *Rhamdia quelen* (Costa *et al.* 2010) mengungkap peran E2 selama masa vitelogenesis. Perlakuan E2 secara tunggal tidak mampu meningkatkan perkembangan gonad, demikian pula dengan hCG yang diterapkan secara tunggal. Estradiol memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap perkembangan gonad bila dikombinasikan bersama hCG.

Penambahan hormon terhadap ikan kerapu tikus mengakibatkan adanya rangsangan terhadap organ target tertentu terutama gonad untuk meningkatkan aktifitasnya. Kondisi ini mengakibatkan pertumbuhan somatik gonad pada perlakuan kombinasi hormon meningkat lebih cepat dibandingkan dengan kontrol. Fenomena ini juga mengindikasikan bahwa stress akibat perlakuan tidak berdampak pada perkembangan organ reproduksi. Bagian lain yang menjadi perhatian selain efektifitas merangsang terjadinya perubahan kelamin, bahwa untuk tujuan mendapatkan induk jantan dan betina perlakuan juga harus efektif merangsang pertumbuhan gonad (Zahri *et al.* 2015).

### **Perkembangan Gonad**

Nilai GSI dan HSI tertinggi terlihat pada Gambar 1, yaitu perlakuan CE dan CM, yaitu 0,4161%. Parameter HSI terbaik terdapat pada perlakuan CE, yaitu 0,6456%, kemudian CM 0,5797%. Indeks gonadosomatik terendah pada perlakuan estradiol secara tunggal, yaitu 0,2418%. Perlakuan hormon secara kombinasi memberikan pengaruh nyata terhadap nilai GSI dan HSI pada taraf  $P < 0,05$  terhadap perlakuan K, E, M dan C, tetapi tidak terdapat perbedaan nyata  $P > 0,05$  diantara perlakuan CE dan CM.

Hormon hCG mengandung bahan aktif FSH dan LH, merupakan kelompok hormon yang dihasilkan oleh kelenjar hipofisa. Transport hormon ini melalui sistem sirkulasi sesuai kebutuhan (Cerde-reverter & Canosa, 2009; Zahri *et al.* 2018), memicu respon kimiawi ataupun fisiologi pada organ target (Wilson & Davies, 2007; Yaron & Levavi-Sivan, 2011). Gonad yang telah dipengaruhi oleh aktifitas FSH, mensintesis hormon-hormon reproduksi, seperti E2 dan T, merangsang folikel-folikel yang masih sangat muda untuk berkembang (Kah, 2009; Kraak, 2009).

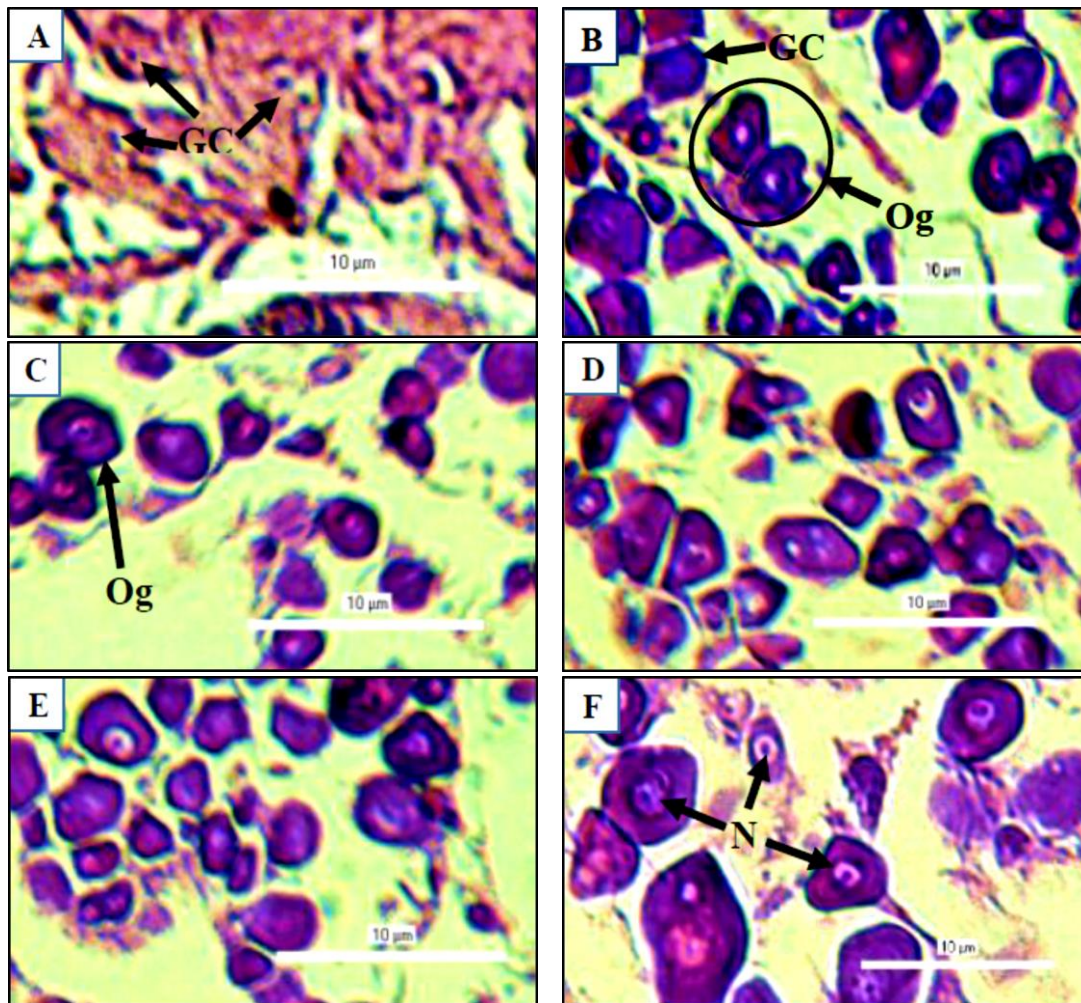


Gambar 1. Indeks gonadosomatik dan hepatosomatik ikan kerapu tikus (*Cromileptes altivelis*) tiap perlakuan. Huruf yang sama diatas tiap balok data berarti tidak berbeda nyata  $P < 0,05$ .

Penambahan hormon E2 dan MT pada perlakuan CE dan CM meningkatkan sinergi kerja hormon terhadap organ target. Rangsangan hormon memicu aktifitas sel-sel pada gonad, akibatnya ukuran dan berat gonad meningkat. Perkembangan HSI berhubungan dengan reaksi hati terhadap rangsangan yang disebabkan meningkatnya E2 dan T dalam darah. Perlakuan M dan C menunjukkan adanya peningkatan yang sama pada nilai GSI, walaupun nilai HSI lebih rendah dari kontrol, sehingga dapat disimpulkan bahwa hormon tidak bekerja maksimal bila diaplikasikan secara tunggal (Zahri *et al.* 2015).

### Gambaran Histologi Gonad

Gambaran histologis gonad pada minggu ke-0, menunjukkan semua populasi sampel mengandung oogonia (Gambar 2). Tingkat perkembangan gonad rata-rata telah mencapai fase II pada perlakuan C dan kinerja perkembangannya lebih baik pada perlakuan CE. Perlakuan M dan CM terdapat perubahan jenis kelamin dengan tingkat perkembangan mencapai fase spermatogonia. Kombinasi antara hCG dan E2 memberikan sinergi yang baik terhadap perkembangan gonad kerapu tikus yang mencapai fase oogonia. Gambar 2 menampilkan topografi histologi gonad sesuai dengan tingkat perkembangannya dari perlakuan CE, mulai minggu ke-0 sampai minggu ke-10.



Gambar 2. Pertumbuhan gonad kerapu tikus *Cromileptes altivelis* perlakuan CE. A: jaringan oosit dengan fase I, pertumbuhan sel germinal; B, C, D, E: oosit fase II; F: oosit fase IIb. GC: sel germinal; N: nukleus; Og: oogonia. Skala bar: 10 µm.

Mengamati pola perkembangan gonad tiap sampling menunjukkan adanya kinerja perkembangan yang tinggi pada perlakuan CE, dibandingkan dengan perlakuan E dan C, yaitu perlakuan yang mempertahankan jenis kelamin betina. Pola perkembangan gonad dari minggu ke-2 (Gambar 2B), ke-4 (Gambar 2C), ke-6 (Gambar 2D) dan minggu ke-8 (Gambar 2E) lebih seragam. Ovarium didominasi oogonia dan masih terdapat sel germinal. Perkembangan oogonia semakin meningkat pada minggu ke-6 dan ke-8 dengan ukuran oogonia berkisar 3–4 µm. Minggu ke-10 (Gambar 2F) oogonia semakin berkembang dan ukurannya mencapai 5–6 µm.

Secara alamiah ukuran telur ikan berbeda-beda tergantung spesies, ukuran tubuh dan asupan nutrisi. Pakan yang diberikan selama masa persiapan penelitian dan penelitian mengandung 46% protein, termasuk jenis pakan yang tinggi protein. Kandungan protein yang tinggi menyediakan nutrisi yang dibutuhkan ikan kerapu tikus untuk pertumbuhan dan sebagian lainnya untuk perkembangan gonad selama masa perlakuan hormon. Tingginya kinerja pertumbuhan dan perkembangan gonad betina pada perlakuan CE merupakan rangsangan yang dihasilkan dari hormon FSH dan LH

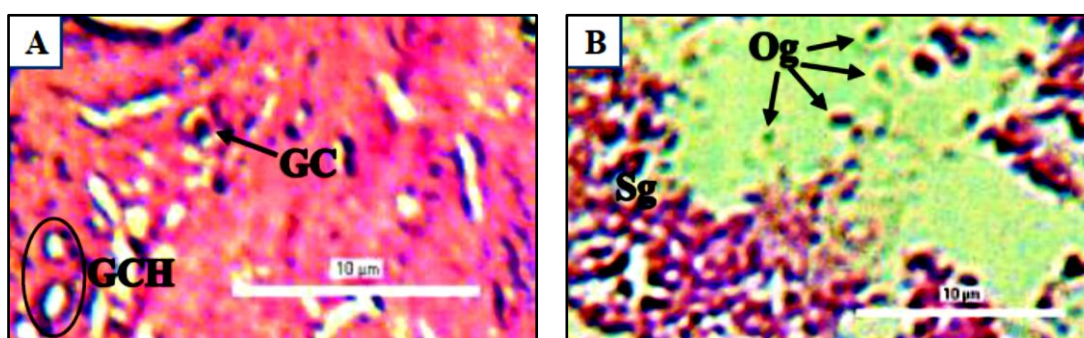


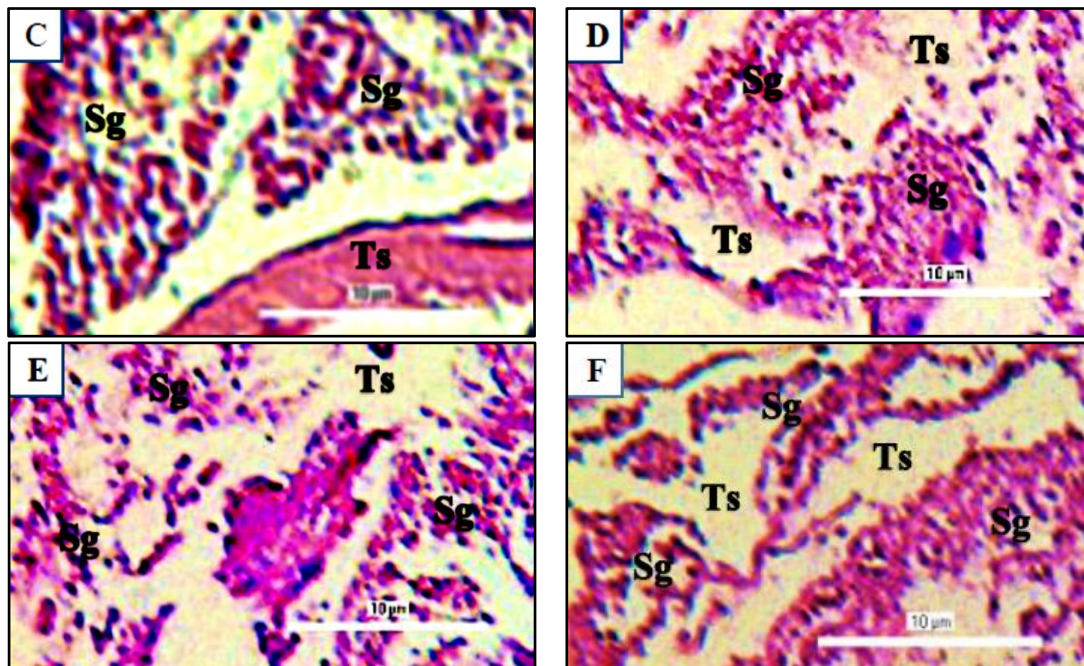
yang terkandung di dalam hCG. Hormon FSH merangsang gonad mensintesis dan melepaskan E2 melalui sistem peredaran darah, dengan organ target hati. Organ hati mensintesis vitelogenin yang merupakan bahan utama perkembangan oosit.

Gambar histologis gonad pada perlakuan M dan CM ditemukan adanya populasi sampel berkelamin jantan. Pada perlakuan M populasi jantan ditemukan pada minggu ke-8 dan ke-10, sedangkan pada perlakuan CM tanda-tanda maskulinisasi telah terlihat sejak minggu ke-2 dengan ditemukan adanya pola intersek. Hasil orservasi terhadap histologi gonad ditemukan spermatogonia dan oogonia. Ditemukannya oogonia dan spermatogonia menjadi indikator gonad intersek (Avisé & Mank 2009; Erisman *et al.* 2007, Kiewek-Martinez *et al.* 2010, Özen & Balcı 2012; Tsai *et al.* 2012; Gaspare & Bryceson 2013).

Intersek merupakan situasi transisi dan efeknya gonad menjadi tidak fungsional. Pada ikan dewasa, fenomena intersek dapat menjadi masalah karena kehilangan induk betina produktif, sedangkan ikan jantan hasil perubahan kelamin membutuhkan waktu untuk mengembangkan fungsi-fungsi reproduksinya sehingga dapat menghasilkan spermatozoa. Permasalahan yang ditemukan dilapangan pada ikan kerapu tikus, seringkali ikan jantan hasil perubahan kelamin tidak dapat menghasilkan sperma yang baik untuk membuahi telur atau sama sekali tidak dapat menghasilkan spermatozoa. Kondisi ini dikarenakan proses intersek tidak berjalan sempurna.

Proses maskulinisasi terjadi secara simultan, yaitu oogonia mengalami atresia atau tereduksi bersamaan dengan terbentuknya jaringan spermatogonia. Saat spermatogenesis sel dalam testis tidak mengalami perubahan yang berarti, sel-sel di dalam testis hanya mengalami transformasi bentuk sel germinal menjadi sel spermatogonia, akibatnya volume gonad tidak mengalami penambahan berat maupun ukurannya. Sel-sel oogonia ukurannya lebih besar berkisar 2–4  $\mu\text{m}$  sedangkan sel-sel spermatogonia ukurnya lebih kecil dari satu micron, sehingga tereduksinya oogonia memberikan dampak yang besar terhadap penyusutan ukuran dan berat gonad. Kondisi ini tergambar dari nilai GSI yang tidak berbeda terhadap perlakuan CE dengan perkembangan oogonia terbaik.





Gambar 3. Pertumbuhan gonad kerapu tikus *Cromileptes altivelis* perlakuan CM. A: jaringan oosit dengan fase I, pertumbuhan sel germinal; B: fase intersek, terdapat formasi oogonia diantara kelompok spermatogonia; C, D, E, F: gonad jantan fase spermatogonia. GC: sel germinal; GCH: lubang sel germinal; Og: oogonia; Sg: spermatogonia; Ts: jaringan testikuler. Skala bar: 10 µm.

Gambar 3C sampai 3F memperlihatkan bahwa populasi ikan kerapu tikus telah menyepurnakan perkembangan testisnya, dengan indikasi bahwa tidak ditemukannya oogonia. Kondisi serupa ditemukan juga pada sampel perlakuan M minggu ke-8 dan ke-10. Hasil penelitian ini menegaskan bahwa potensi untuk mendapatkan ikan jantan sejak dini dari ikan kerapu tikus yang bersifat hermiprodit protogini dapat dilakukan dengan perlakuan kombinasi hormon. Perlakuan hormon yang terbaik untuk menghasilkan populasi jantan adalah kombinasi hCG dengan metiltestosteron.

### KESIMPULAN

Pemanfaatan teknologi hormon dengan konsentrasi dan dosis yang tepat dapat merangsang perubahan jenis kelamin, meningkatkan perkembangan gonad dan pertumbuhan somatik ikan kerapu tikus. Hormon metiltestosteron mampu merangsang terjadinya perubahan jenis kelamin dan kinerjanya lebih efektif bila dikombinasikan dengan hCG. Hormon hCG, E2 dan MT yang digunakan secara tunggal hasilnya tidak berbeda nyata dari kontrol, tetapi efektifitas kerja hormon terlihat pada kombinasi antara hCG dengan E2 dan hCG dengan MT untuk merangsang gametogenesis pada ikan kerapu tikus.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Keberhasilan penelitian ini tidak terlepas dari peran Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia melalui Dirjen Riset dan Pengembangan yang telah mendukung dalam bentuk pembiayaan dari program desentralisasi penelitian tahun anggaran 2017.

### DAFTAR PUSTAKA

- Awise, JC, Mank, J.E. 2009. Evolutionary perspectives on hermaphroditism in fishes. *Sex Dev*, 3(2), 152–16. DOI: 10.1159/000223079.
- Cerda-Reverter JM, Canosa LF. 2009. Neuroendocrine system of the fish brain. In: Farrell AP, Brauner CJ (Eds.). *Fish Physiology*, 28: *Fish Neuroendocrinology*. Academic Press. London. 3–74 pp. DOI: 10.1016/S1546-5098(09)28001-0.
- Costa DDM, Neto FF, Costa MDM, Morais RN, Garcia JRE, Esquivel BM, Ribeiro CAO. 2010. Vitellogenesis and other physiological responses induced by 17- $\beta$ -estradiol in males of freshwater fish *Rhamdia quelen*. *Comparative Biochemistry and Physiology*. Part C 151(2), 248–257. DOI: 10.1016/j.cbpc.2009.11.002.
- Gaspard L, Bryceson I. 2013. Reproductive biology and fishery-related characteristics of the malabar grouper (*Epinephelus malabaricus*) caught in the coastal waters of Mafia Island, Tanzania. *Journal of Marine Biology*, vol. 2013, 1–12. DOI: 10.1155/2013/786589.
- Erisman BE, Rosales-Casián, Hastings PA. 2007. Evidence of gonochorism in a grouper, *Mycteroperca rosacea*, from the Gulf of California, Mexico. *Environ. Biol. Fish.* Springer Science. 1–11 pp. DOI: 10.1007/s10641-007-9246-1.
- Higuchi M, Celino FT, Miura C, Miura T. 2012. The synthesis and role of taurine in the eel spermatogenesis. *Amino Acids*, 43(2), 773–781. DOI: 10.1007/s00726-011-1128-3.
- Ijiri S, Tsukamoto K, Chow S, Kurogi H, Adachi S, Tanaka H. 2011. Controlled reproduction in the Japanese eel *Anguilla japonica* past and present. *Aquaculture Europe* 36: 13–17. DOI: hdl.handle.net/2115/47268.
- Kah O. 2009. Endocrine targets of the hypothalamus and pituitary. In: Farrell AP, Brauner CJ (Eds.). *Fish Physiology*, 28: *Fish Neuroendocrinology*. Academic Press. London. 75–112 pp
- Kearney M, Jeffs A, Lee P. 2011. Development and early differentiation of male gonads in farmed New Zealand shortfin eel, *Anguilla australis*. *New Zealand Natural Sciences*, 36(1), 33–44.
- Kiewek-Martínez, M, Garcia-López V, Rodríguez-Jaramillo C. 2010. Evidence of sexual transition in Leopard Grouper (*Mycteroperca rosacea*) individuals held in captivity. *Hidrobiológica*, 20(3), 213–221. DOI: 10.24275/uam/izt/dcbs/hidro/2010v20n3.
- Kraak GVD. 2009. The GnRH system and the neuroendocrine regulation of reproduction. In: Farrell AP, Brauner CJ (Eds.). *Fish Physiology*, 28: *Fish Neuroendocrinology*. Academic Press. London. 113–149 pp.
- Lee SLJ, Horsfield JA, Black MA, Rutherford K, Fisher F, Gemmell NJ. 2017. Histological and transcriptomic effects of 17 $\alpha$ -methyltestosterone on zebrafish gonad development. *BioMed Central Genomics*, 18, 557–576. DOI: 10.1186/s12864-017-3915.a.
- Özen MR, Balci BA. 2012. Histological study on reproductive pattern and sex reversal of dusky grouper *Epinephelus guaza* in natural environment of Atalaya Bay of Mediterranean in Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 12, 157–164. DOI: 10.41941303-2712-v12\_1\_18.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. 2009. Induk ikan kerapu tikus (*Cromileptes altivelis*, Valenciennes) – Bagian 1: Induk. SNI 01-6487.1-2011.
- Sugama K, Rimmer MA, Ismi S, Koesharyani I, Suwirya K, Giri NA, Alava VR. 2012. Hatchery management of tiger grouper (*Epinephelus fuscoguttatus*): A best-practice

- manual. ACIAR Monograph No. 149. Australian Centre for International Agricultural Research: Canberra. 66 pp.
- Tsai YJ, Lee MF, Chen CY, Chang CF. 2011. Development of gonadal tissue and aromatase function in the protogynous orange-spotted grouper *Epinephelus coioides*. *Zoological Studies*, 50(6), 693–704. DOI: 10.6620/ZS.
- Wang HP, Gao Z, Beres B, Ottobre J, Wallat G, Tiu L, Rapp D, O'Bryant P, Yao H. 2008. Effects of estradiol-17 $\beta$  on survival, growth performance, sex reversal and gonadal structure of bluegill sunfish *Lepomis macrochirus*. *Aquaculture*, 285(2), 216–223. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2008.08.041.
- Wilson CA, Davies DC. 2007. The control of sexual differentiation of the reproductive system and brain. Review. *Reproduction*, 133(2), 331–359. DOI: 10.1530/REP-06-0078.
- Yaron Z, Levavi-Sivan B. 2011. Endocrine regulation of fish reproduction. In: Farrell AP, (ed.), *Encyclopedia of Fish Physiology: From Genome to Environment*, volume 2, pp. 1500–1508. Academic Press, San Diego (US).
- Zahri A, Sudrajat AO, & Zairin MJ. 2015. Pertumbuhan gonad sidat *Anguilla bicolor bicolor* yang diinduksi kombinasi hormon hCG, MT, E2 dan Antidopamin. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 14, 69–78. DOI 10.19027/jai.14.69-78.
- Zahri A, Sudrajat AO, & Zairin MJ. 2016. Feminisasi sidat *Anguilla bicolor bicolor* Mc Clelland, 1844 melalui penyuntikan hormon estradiol dan metiltestosteron yang dikombinasi dengan hCG dan antidopamin. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 16(2), 159–169. DOI 10.3291/jii.v16i2.38.
- Zahri A, Sudrajat AO, & Zairin MJ. 2018. Profil hormon FSH, LH dan estradiol serta kadar glukosa darah sidat, *Anguilla bicolor bicolor* (Mc Clelland, 1844) yang dirangsang hormon HCG, MT, E2 dan anti dopamin. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 18, 57–67. DOI: 10.32491/jii.v18i1.34.