

Injeksi Hormon HCG Secara Berkala Terhadap Rematurasi Induk Ikan Baung (*Hemibagrus nemurus*)

***¹Isriansyah, ²Asfie Maidie, ³Maulina Agriandini, ³Nurjannah, ³Ismawaty Ayu Ningtias, dan ³Muhammad Wildan Hanif**

¹Laboratorium Kolam Percobaan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman, Jl.Gunung Tabur, Kampus Gunung Kelua, Samarinda 75123, Kalimantan Timur, Indonesia

²Laboratorium Pengembangan Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman, Jl.Gunung Tabur, Kampus Gunung Kelua, Samarinda 75123, Kalimantan Timur, Indonesia

³Program Studi Akuakultur, Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman, Jl.Gunung Tabur, Kampus Gunung Kelua, Samarinda 75123, Kalimantan Timur, Indonesia

*¹e-mail korespondensi: isriansyah@fpik.unmul.ac.id

Abstract. *The objectives of this experiment were to analyze the effect of periodic injection of HCG hormone on the level of egg maturity and the development of the egg diameter of green catfish (*Hemibagrus nemurus*), and to determine the differences in the level of egg maturity and development of egg diameter of green catfish which were injected with HCG hormone periodically with different doses. The methods used in the research were experimental method by applying injections of various doses of HCG hormone periodically (0, 100, 200, and 300 IU/kg fish body weight). The experiment was arranged using Completely Randomized Design where each treatment contained three replications. The results of this study indicate that HCG hormone injection with a dose of 300 IU/kg is not significantly different from HCG doses of 100 and 200 IU/kg ($P>0.05$), but significantly different from the treatment without HCG hormone injection or 0 IU/kg on the percentage of egg development with a diameter of ≥ 1 mm, the development of the egg maturity stage of the vitellogenic and the early FOM phase of female green catfish ($P<0.05$). Periodic HCG hormone injection is not significantly different in all treatments on the development of the final FOM phase egg maturity stage ($P>0.05$). The highest percentage of egg development with a diameter of ≥ 1 mm, the development of the vitellogenic and early FOM phase of egg maturity in green catfish were achieved by periodic injection of 300 IU/kg of HCG hormone.*

Keywords : *Hemibagrus nemurus, HCG, Injection, Rematuration*

Abstrak. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis pengaruh injeksi secara berkala hormon HCG terhadap tingkat kematangan telur dan perkembangan diameter telur induk betina ikan baung (*Hemibagrus nemurus*), dan menentukan perbedaan tingkat kematangan telur dan perkembangan diameter telur induk betina ikan baung (*H. nemurus*) yang diinjeksi hormon HCG secara berkala dengan dosis berbeda. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode eksperimen dengan menerapkan injeksi berbagai dosis hormon HCG secara berkala (0, 100, 200, dan 300 IU/kg berat tubuh ikan). Injeksi hormon HCG pada setiap induk ikan baung dilakukan setiap dua minggu. Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga ulangan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa injeksi hormon HCG dengan dosis 300 IU/kg berat tubuh ikan tidak berbeda nyata dengan dosis HCG 100 dan 200 IU/kg berat tubuh ikan ($P>0,05$), namun berbeda nyata dengan perlakuan tanpa injeksi hormon HCG atau 0 IU/kg terhadap persentase perkembangan telur yang berdiameter ≥ 1 mm, perkembangan tahap kematangan telur fase vitelogenik dan fase awal FOM induk betina ikan baung ($P<0,05$). Injeksi hormon HCG secara berkala tidak berbeda nyata pada semua perlakuan terhadap perkembangan tahap kematangan telur fase akhir FOM ($P>0,05$). Persentase perkembangan telur yang berdiameter ≥ 1 mm, perkembangan tahap kematangan telur fase vitelogenik dan fase awal FOM yang tertinggi pada induk betina ikan baung dihasilkan oleh injeksi secara berkala hormon HCG 300 IU/kg berat tubuh

Kata kunci : *Hemibagrus nemurus, HCG, Injection, Rematurasi.*

PENDAHULUAN

Ikan baung (*Hemibagrus nemurus* Blkr.) merupakan salah satu jenis ikan air tawar spesifik lokal Indonesia yang tersebar luas di perairan umum terutama di beberapa sungai di pulau Kalimantan, Sumatera dan Jawa, serta ikan ini masih tergolong ikan air tawar yang hidup secara liar di alam (Pantjara *et al.*, 2019). Seperti beberapa jenis ikan air tawar lainnya, ikan baung juga menjadi salah satu ikan konsumsi yang cukup digemari sebagian masyarakat dan mempunyai nilai ekonomis yang cukup tinggi (Subagja & Prakoso, 2018). Namun, untuk memenuhi permintaan terhadap kebutuhan ikan baung, pada saat ini lebih banyak mengandalkan dari hasil tangkapan nelayan di alam (Chandra *et al.*, 2022)

Semakin meningkatnya kegiatan penangkapan ikan baung di alam menimbulkan suatu kekhawatiran akan menurunkan populasi ikan tersebut (Riadi *et al.*, 2023). Untuk mencegah agar hal ini tidak terjadi, diperlukan suatu cara yang dapat mengurangi kegiatan penangkapan tersebut sehingga kelestariannya tetap terjaga, sementara kebutuhan masyarakat terhadap ikan tersebut tetap dapat terpenuhi. Caranya adalah dengan melakukan kegiatan budidaya yang meliputi pembenihan dan pembesaran (Putri *et al.*, 2023)

Beberapa kegiatan budidaya dalam rangka mengembangkan pembenihan ikan baung telah dilakukan, misalnya dengan melakukan pemijahan secara buatan. Namun kendala yang dihadapi meskipun ikan tersebut sudah dapat dipijahkan secara buatan dengan menggunakan berbagai jenis hormon kendala lain adalah terbatasnya jumlah induk matang gonad yang siap untuk dapat dipijahkan (Subagja & Prakoso, 2018).

Masa perkembangan gonad ikan baung yang dipelihara dalam wadah budidaya cenderung lambat, sehingga sedikit sekali didapatkan induk yang siap untuk dapat dipijahkan secara buatan (Isriansyah, 2011). Semahnya sinyal-sinyal lingkungan atau tidak sesuai dengan kebutuhan di dalam wadah budidaya tersebut, sehingga proses reproduksi tidak dapat berlangsung secara normal dan sempurna (Mylonas & Zohar, 2001).

Untuk mengatasi masalah tersebut di atas pada ikan baung dan untuk mempersiapkan induk yang matang gonad, proses perkembangan gonad tersebut dapat dipacu dengan berbagai cara, misalnya dengan memanipulasi faktor lingkungan, pakan dan penggunaan hormon (Isriansyah, 2011). Namun hal yang umum dilakukan dalam mempercepat proses perkembangan gonad adalah dengan menggunakan terapi hormonal. Prinsip perangsangan perkembangan gonad maupun ovulasi dengan terapi hormonal adalah untuk merangsang lebih aktifnya kelenjar hipofisis dalam menghasilkan hormon gonadotropin yang dapat mempengaruhi tingkat kematangan gonad ikan secara terkontrol (Nagahama *et al.*, 1995). Salah satu jenis hormon yang dapat digunakan untuk menstimulasi kematangan gonad pada ikan yaitu dengan penyuntikan secara berkala hormon HCG (*Human Chorionic Gonadotropin*) (Dewantoro, 2015).

Beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan dengan cara penyuntikan secara berkala hormon HCG pada beberapa jenis ikan, menunjukkan hasil mampu merangsang dan meningkatkan tingkat kematangan gonad pada ikan, yaitu pada jenis ikan *Mystus nemurus* (Isriansyah, 2011), *Channa striatus* (Selvaraj *et al.*, 2012), *Barbonymus schwanenfeldii* (Dewantoro, 2015), *Puntius javanicus* (Nugroho *et al.*, 2020), dan *Clarias gariepinus* (Zidan *et al.*, 2020). Berdasarkan uraian tersebut maka perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh penyuntikan atau injeksi secara berkala terhadap rematurasi atau kematangan gonad induk ikan baung (*Hemibagrus nemurus*). Selanjutnya tujuan penelitian yaitu menganalisis pengaruh injeksi secara berkala hormon HCG terhadap tingkat kematangan telur dan perkembangan diameter telur induk betina ikan baung (*H. nemurus*), serta menentukan perbedaan tingkat kematangan telur dan perkembangan diameter telur induk betina ikan baung (*H. nemurus*) yang diinjeksi hormon HCG secara berkala dengan dosis berbeda.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus - November 2024, yang bertempat di Laboratorium Kolam Percobaan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur.

Alat dan Bahan

Peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: Induk betina ikan baung dengan berat rata-rata antara 250 gram – 400 gram per ekor sebanyak 36 ekor; bak terpal bulat diameter 1,5 m dan tinggi 80 cm sebanyak 12 unit untuk tempat pemeliharaan induk ikan baung; serok besar untuk menangkap induk; perangkat aerasi yang meliputi blower, selang dan batu aerasi; alat bahan untuk pemijahan dan pematangan gonad induk ikan baung yang terdiri dari syringe 1 mL, Ovaprim merk Syndel, Hormon HCG merk Chorulon[®] 1500 IU produksi MSD Animal Health, larutan fisiologis NaCl 0,9%; timbangan digital dengan ketelitian 0,01 g; alat dan bahan untuk pengamatan perkembangan telur ikan baung yang terdiri dari kateter, object glass, mikroskop Olympus CX23 yang telah dilengkapi dengan mikrometer okuler, larutan sera (larutan yang terbuat dari alcohol absolut 99%, larutan formadehid 40% dan larutan asam asetat 100% dengan perbandingan 6 : 3 : 1) dan pipet tetes. Alat untuk mengukur kualitas air terdiri termometer, pH meter model: pH-201 merk Lutron dan DO meter model: DO-5510 merk Hanna. Selain itu juga menggunakan peralatan alat tulis dan kamera merk Sony Cyber-shot DSC-W 20,1 megapixels.

Rancangan Percobaan

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan metode eksperimen. Percobaan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu terdiri dari 4 perlakuan. Adapun perlakuan yang diterapkan dalam penelitian ini yaitu penyuntikan hormon HCG secara berkala dengan dosis berbeda pada induk betina ikan baung. Dosis hormon HCG yang dicobakan 0 IU; 100 IU; 200 IU; dan 300 IU per kg berat tubuh ikan. Perlakuan dosis hormon HCG 0 IU merupakan plasebo, yaitu induk hanya disuntik dengan larutan fisiologis NaCl 0,9% tanpa penambahan hormon HCG sebanyak 0,6 mL per kg berat tubuh ikan. Dosis hormon HCG yang digunakan pada penelitian ini ditentukan berdasarkan hasil penelitian yang telah diuji Dewantoro (2015). Setiap perlakuan terdiri dari tiga ulangan dan unit-unit percobaan dikondisikan sehomogen mungkin. Penyuntikan hormon HCG pada setiap induk ikan baung dilakukan setiap dua minggu sekali. Pengamatan dilakukan beberapa periode selama 10 minggu, dengan rentang waktu pengamatan setiap dua minggu sekali. Sesuai dengan rancangan yang digunakan, maka percobaan yang digunakan adalah dengan rancangan acak lengkap (RAL).

Prosedur Penelitian

1. Persiapan Penelitian
 - a. Persiapan wadah penelitian

Wadah penelitian yang digunakan berupa bak terpal bulat dengan diameter 1,5 meter dan tinggi 80 cm sebanyak 12 unit yang digunakan untuk tempat inkubasi induk ikan baung pada tahap pematangan gonad. Setiap bak diisi air dengan menggunakan air yang sudah diendapkan minimal selama 24 jam, dengan ketinggian air yaitu 50 cm. Selanjutnya dipasang aerasi secara merata ke dalam bak yang telah terisi air. Pada setiap bak terpal diberi tanda berupa label sesuai dengan perlakuan dan ulangan.

b. Persiapan ikan uji

Induk betina ikan baung yang digunakan untuk penelitian yaitu induk ikan yang memiliki berat badan rata-rata antara 250 gram – 400 gram per ekor sebanyak 36 ekor yang telah masuk tahap salin atau telah dipijahkan sebelumnya. Untuk mendapatkan induk betina dengan kondisi masa salin yang seragam, maka seluruh induk betina sebanyak 36 ekor yang telah diseleksi matang gonad diovulasikan dan dipijahkan dalam waktu yang hampir bersamaan. Pemijahan pada setiap induk betina ikan baung dilakukan dengan cara pemijahan buatan, yaitu dengan penyuntikan hormon komersil merek Ovaprim dengan dosis 0,6 mL/kg berat tubuh.

Seluruh induk betina ikan baung yang telah ovulasi dan dipijahkan dimasukkan ke dalam wadah penelitian berupa bak terpal bulat yang telah disiapkan sebelumnya. Jumlah induk yang ditebar dalam setiap wadah bak terpal bulat yaitu masing-masing sebanyak 3 ekor. Induk ikan baung yang telah ditempatkan dalam wadah bak diadaptasikan terlebih dahulu selama satu minggu sebelum dilaksanakan penelitian.

2. Pelaksanaan Penelitian

Pemeliharaan induk ikan baung dilaksanakan selama 10 minggu. Kegiatan yang dilakukan selama pemeliharaan meliputi:

a. Pemberian pakan

Selama masa pemeliharaan induk ikan baung diberi pakan komersil berbentuk pellet merek PF 128 MS produksi dari PT. Matahari Sakti dengan kandungan nutrisi yaitu: kadar protein min. 38%, lemak min. 5%, serat kasar max. 6%, abu max. 12% dan air max. 11%. Induk diberi pakan sebanyak 5% dari biomasa per hari dengan frekuensi pemberian pakan dua kali sehari, yaitu pagi dan sore atau malam hari.

b. Pemberian hormon

Setiap induk betina ditimbang dengan menggunakan timbangan analitik, dan menentukan dosis hormon HCG yang akan diberikan kepada masing-masing induk ikan baung. Dosis hormon HCG yang diberikan pada setiap induk ikan disesuaikan dengan perlakuan dan ulangan. Penyuntikan dilakukan setiap dua minggu secara intramuskular, yaitu ke dalam otot punggung di antara sirip dan garis rusuk

c. Sampling

Sampling ikan untuk pengambilan sampel telur dan penimbangan berat tubuh ikan dilakukan setiap dua minggu sekali sebelum penyuntikan hormon. Pengambilan sampel telur pada induk ikan betina dilakukan secara kanulasi dengan menggunakan kateter

d. Penggantian air dan pengukuran kualitas air

Penggantian air pada setiap wadah penelitian sebanyak kurang lebih 70% yang dilakukan setiap dua minggu sekali pada pagi hari sebelum pengambilan sampel telur dan penyuntikan hormon. Selama penelitian juga dilakukan pengukuran kualitas air. Kualitas air yang diukur yaitu suhu, pH dan DO. Suhu air diukur setiap hari pada waktu pagi dan sore hari, sedangkan pH dan DO diukur setiap satu minggu sekali pada waktu pagi dan sore hari. Kualitas air pada wadah pemeliharaan dijaga dalam kisaran optimum untuk kelangsungan hidup ikan baung yaitu suhu berkisar antara 25 – 30 °C, pH 6 – 8 dan DO tidak kurang dari 5 ppm (Aryani, 2017).

Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pengamatan terhadap respon penyuntikan secara berkala hormon HCG pada induk betina ikan baung terhadap perkembangan diameter telur dan posisi inti sel telur diukur pada awal percobaan dan secara teratur dua minggu sekali sampai minggu ke-10 pada akhir percobaan. Jumlah ikan yang diambil telurnya adalah tiga ekor pada setiap perlakuan dan ulangan.

1. Perkembangan Diameter Telur

Diameter telur diukur berdasarkan metode Ernawati (1999), yaitu dengan cara mengambil sampel telur secara kanulasi yang dimasukkan ke dalam lubang genital. Telur yang diambil minimal 200 butir per ekor dan difiksasi dengan larutan sera, kemudian diukur dengan menggunakan mikroskop yang dilengkapi mikrometer okuler dengan pembesaran 40 kali, selanjutnya dibuat sebaran frekuensinya. Selanjutnya pengamatan terhadap perkembangan dan kematangan telur berdasarkan diameter telur seperti yang dikemukakan oleh Sukendi (2001), yaitu apabila ukuran diameter telur telah mencapai 1 mm atau lebih (≥ 1 mm).

2. Perkembangan Tingkat Kematangan Telur

Pengamatan posisi inti telur dilakukan dengan cara meneteskan secara merata larutan sera (alkohol 99% : formaldehida 40% : asam asetat 100% = 6:3:1) pada sampel telur. Kemudian diamati diamati tahap perkembangan dan kematangan telur berdasarkan jumlah dari setiap posisi inti telur dengan mikroskop dengan pembesaran 40 kali.

Pengamatan perkembangan dan kematangan telur berdasarkan posisi inti sel telur seperti yang dikemukakan oleh Yaron (1995), yaitu tahap inti di tengah (*central germinal vesicle* = cGV); tahap inti yang bermigrasi dari tengah ke tepi (*germinal vesicle migration* = mGV); tahap inti yang telah berada di tepi (*peripheral germinal vesicle* = pGV); dan tahap inti yang telah melebur (*germinal vesicle breakdown* = GVBD).

Selanjutnya berdasarkan posisi inti tersebut, Mylonas & Zohar (2001) membagi tingkat kematangan telur tahap akhir (*final oocyte maturation* = FOM) menjadi dua fase. Fase pertama adalah fase awal FOM, yaitu ditandai dengan posisi inti yang bermigrasi (mGV) dan inti yang telah di tepi (pGV). Kemudian fase kedua adalah fase akhir FOM yang ditandai dengan inti yang telah melebur (GVBD). Sementara tahap inti di tengah (cGV) dikategorikan fase vitelogenik (*vitelogenic*).

Persentase tahap kematangan telur berdasarkan posisi inti dihitung sebagai berikut:

$$\text{Fase Vitelogenik} = \frac{n_{cGV}}{n_e} \times 100\%$$

$$\text{Fase Awal FOM} = \frac{n_{mGV} + n_{pGV}}{n_e} \times 100\%$$

$$\text{Fase Akhir FOM} = \frac{n_{GVBD}}{n_e} \times 100\%$$

Keterangan:

n_{cGV} = Jumlah telur dengan inti telur berada di tengah

n_{mGV} = Jumlah telur dengan posisi inti telur yang bermigrasi

n_{pGV} = Jumlah telur dengan posisi inti telur yang telah di tepi

n_{GVBD} = Jumlah telur dengan inti telur yang telah melebur

n_e = Jumlah sampel telur yang diamati

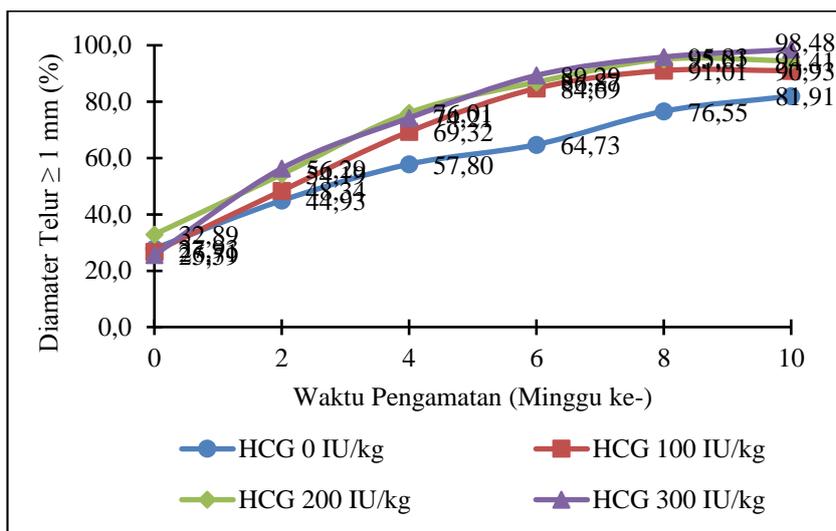
Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan ditabulasikan dalam bentuk tabel dan dianalisis menggunakan program Microsoft Excel 2019 dan SPSS versi 24. Untuk mengetahui pengaruh perlakuan injeksi secara berkala hormon HCG terhadap perkembangan diameter telur, dan tingkat kematangan telur dari setiap fase dianalisis dengan analisis sidik ragam (ANOVA) pada tingkat kepercayaan 95%. Sebelum dianalisis sidik ragam, data yang diperoleh diuji kehomogenitasannya terlebih dahulu. Selanjutnya diuji lanjut dengan menggunakan metode uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) pada tingkat kepercayaan 95% untuk mengetahui perbedaan rata-rata antar masing-masing perlakuan tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

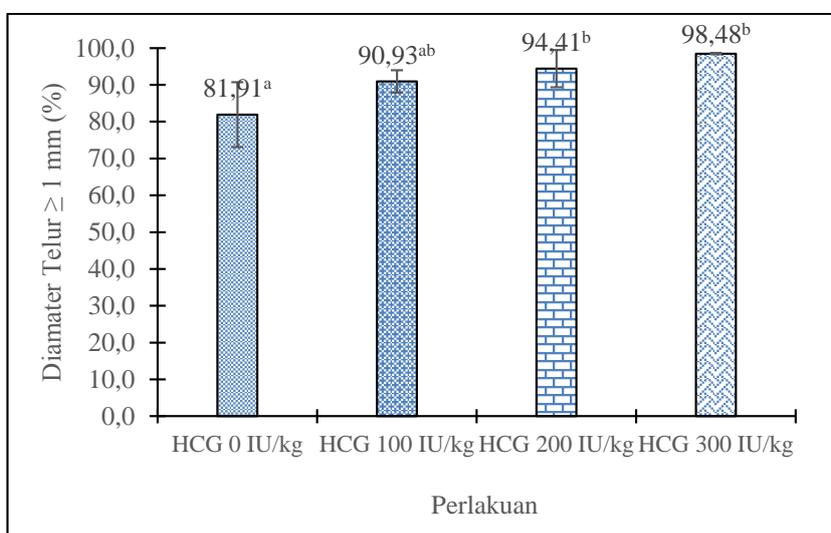
Perkembangan Diameter Telur

Hasil pengamatan terhadap perkembangan diameter telur ikan baung yang telah dilakukan sampai akhir percobaan disajikan pada Gambar 1. Dari hasil percobaan penyuntikan hormon HCG secara berkala pada induk betina ikan baung yang telah dilakukan menunjukkan bahwa persentase telur berdiameter ≥ 1 mm mengalami peningkatan hingga akhir percobaan yaitu pada pengamatan minggu ke-10 pada semua perlakuan.



Gambar 1. Perkembangan diameter telur ≥ 1 mm (%) selama waktu pengamatan

Pada hasil pengamatan minggu ke-10 yaitu pada akhir percobaan, persentase telur yang berdiameter ≥ 1 mm yang tertinggi terdapat pada perlakuan penyuntikan secara berkala hormon HCG 300 IU/kg yaitu sebesar 98,48%, selanjutnya diikuti perlakuan hormon HCG 200 IU/kg yaitu sebesar 94,41%, dan perlakuan hormon HCG 100 IU/kg yaitu sebesar 90,93%. Sedangkan persentase telur yang berdiameter ≥ 1 mm yang terendah terdapat pada perlakuan HCG 0 IU/kg atau tanpa hormon HCG yang hanya menghasilkan 81,91%, sebagaimana disajikan pada Gambar 2. Selanjutnya berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan penyuntikan secara berkala hormon HCG 300 IU/kg berat tubuh ikan tidak berbeda nyata dengan perlakuan HCG 200 IU/kg dan 100 IU/kg ($P>0,05$), namun berbeda nyata dengan perlakuan tanpa hormon HCG atau 0 IU/kg ($P<0,05$) terhadap persentase perkembangan telur yang berdiameter ≥ 1 mm.



Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti dengan notasi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf $\alpha = 0,05$ ($P>0,05$)

Gambar 2. Persentase diameter telur ≥ 1 mm pada akhir penelitian.

Dari hasil pengamatan yang telah dilakukan menunjukkan juga bahwa penyuntikan hormon HCG secara berkala dapat meningkatkan perkembangan diameter telur khususnya pada induk betina ikan baung. Kemampuan hormon HCG dalam merangsang perkembangan gonad dan perkembangan diameter telur juga telah dilakukan pada ikan patin jambal (Siregar, 1999), ikan balashark (Zairin, 2000), ikan baung (Nurmahdi, 2005; & Isriansyah, 2011), ikan tengadak (Dewantoro, 2015), dan pada ikan lele sangkuriang (Yulianti *et al.*, 2020).

Perkembangan Tingkat Kematangan Telur

Hasil percobaan terhadap tahapan perkembangan dan kematangan telur menunjukkan bahwa ada empat tahap posisi inti, yaitu tahap inti di tengah (*central germinal vesicle* = cGV); tahap inti yang bermigrasi dari tengah ke tepi (*germinal vesicle migration* = mGV); tahap inti yang telah berada di tepi (*peripheral germinal vesicle* = pGV); dan tahap inti yang telah melebur (*germinal vesicle breakdown* = GVBD) (Yaron, 1995). Telur yang masih dalam fase dorman atau belum mengalami kematangan tahap akhir ditandai dengan posisi inti sel yang masih berada di tengah (cGV), telur yang mengalami fase awal kematangan ditandai dengan posisi inti yang mulai bermigrasi (mGV) dan inti yang telah di tepi (pGV), selanjutnya telur yang telah memasuki fase akhir dari kematangan tahap akhir ditandai dengan inti yang telah melebur (GVBD) (Mylonas & Zohar 2001). Persentase tahap perkembangan kematangan telur dari setiap fase selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 4, 6 dan 8.

Selama perkembangan gonad (oogenesis) terjadi dua proses yaitu: pertumbuhan dan pematangan gonad. Stimulasi hormon gonadotropin (GtH) juga terjadi selama proses perkembangan gonad tersebut (Mylonas *et al.*, 2010). Peningkatan ukuran telur disebabkan oleh adanya akumulasi penimbunan vitelogenin dalam sel telur. Ketika proses vitelogenesis terjadi, volume oosit juga meningkat seiring dengan berkembangnya granula kuning telur baik jumlah maupun ukurannya (Tang & Affandi, 2017). Hal ini dikarenakan ketika hormon HCG disuntikan ke dalam tubuh ikan, maka kadar hormon GtH I meningkat, hormon HCG juga beraktivitas menyerupai hormon FSH atau GtH I. Sebagaimana yang dikemukakan oleh Kaltenbach & Dunn (1980), hormon HCG (*Human chorionic gonadotropin*) adalah hormon gonadotropin yang disintesis oleh sel-sel *sinisio-trophoblast* dari plasenta, dan hormon ini merupakan hormon glikoprotein. Selain itu, menurut Groodsky (1984), aktivitas hormon HCG serupa dengan *lutinizing hormone* (LH) atau GtH II dan *follicle-stimulating hormone* (FSH) atau GtH I yang diproduksi oleh kelenjar pituitari atau hipofisa. Pendapat serupa juga dikemukakan oleh Isriansyah (2011), bahwa hormon HCG berperan dalam menginduksi sekresi GtH (*gonadotropin hormone*) dari kelenjar pituitary, yang selanjutnya akan menginduksi sekresi testosteron yang disertai dengan sekresi estradiol-17 β selama proses perkembangan gonad.

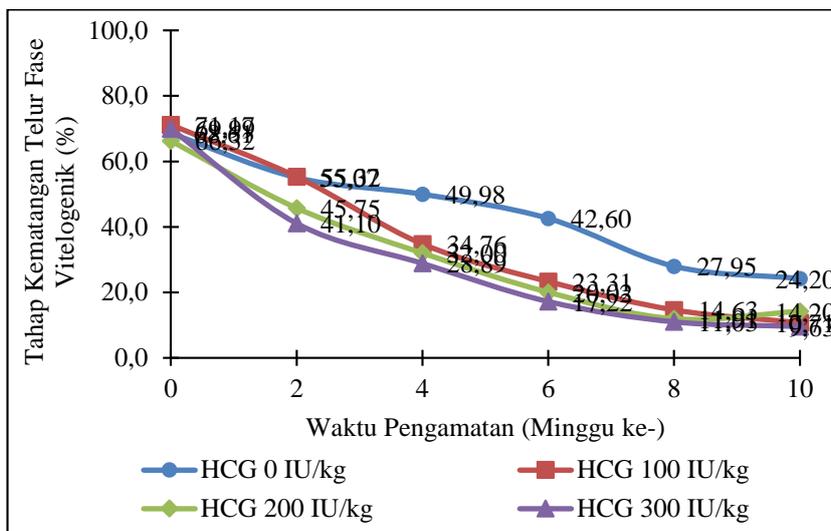
Pada proses perkembangan gonad fase vitelogenesis, hormon GtH I merangsang sel theka untuk memproduksi hormon testosteron, dan selanjutnya mendorong sel granulosa agar memproduksi enzim aromatase untuk mengkonversi hormon testosteron menjadi hormon estradiol-17 β , kemudian hormon estradiol-17 β merangsang hati untuk mensintesis vitelogenin dan hasilnya ditimbun dalam sel telur (Nagahama, 1994). Ketika proses vitelogenesis tersebut berlangsung, granula atau globula kuning telur bertambah dalam jumlah dan ukurannya, sehingga volume oosit berkembang menjadi semakin besar sampai fase dorman, sambil menunggu sinyal lingkungan lain yang dapat merangsang pelepasan GtH II (Yaron, 1995). Dari hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Isriansyah (2011) menunjukkan bahwa pemberian hormon HCG pada ikan efektif dapat meningkatkan kadar hormon estradiol-17 β dan perkembangan telur ikan baung.

Proses perkembangan telur ikan baung dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah faktor ketersediaan hormon dalam tubuh, dalam hal ini adalah hormon estradiol-17 β yang merupakan salah satu hormon yang dibutuhkan dalam proses reproduksi (Isriansyah, 2011). Hormon estradiol-17 β selain berperan secara langsung pada gonad untuk menstimulasi perkembangan telur melalui proses vitelogenesis, juga berperan tidak langsung pada jaringan bukan gonad (*non gonadal*) yang berfungsi dalam pertumbuhan dan perkembangan telur (Devlin dan Nagahama, 2002). Pada saat proses vitelogenesis berlangsung, granula atau globul kuning telur bertambah dalam jumlah dan ukurannya, sehingga volume oosit membesar, dan menyebabkan terjadi peningkatan nilai indeks gonadosomatik (IGS) pada ikan (Yaron, 1995; Lee & Yang, 2001). Hal ini dibuktikan dari hasil penelitian yang telah dilakukan, yaitu dengan penyuntikan hormon HCG pada ikan baung mampu meningkatkan perkembangan gonad dan diameter telur pada ikan tersebut. Selanjutnya gambaran mengenai kondisi telur pada tahap kematangan telur fase vitelogenik dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat dilihat pada Gambar 3.



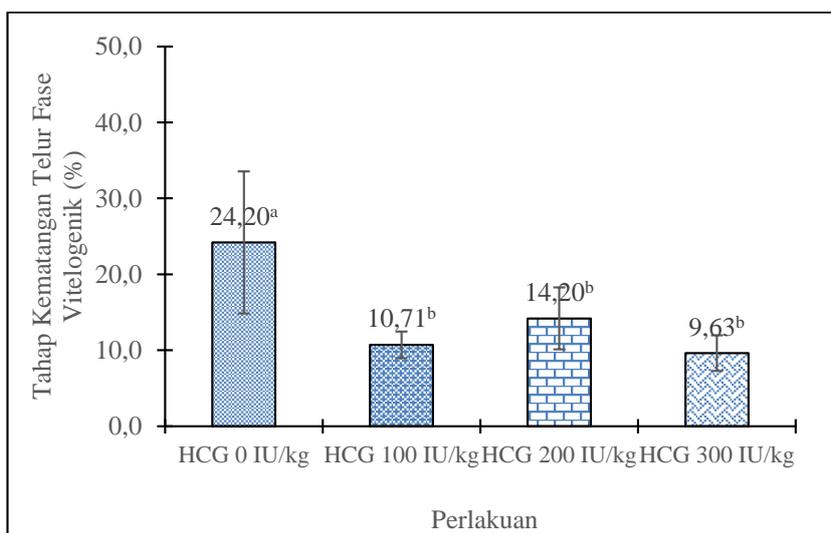
Gambar 3. Perkembangan tahap kematangan telur fase vitelogenik.

Dari hasil percobaan penyuntikan hormon HCG secara berkala pada induk betina ikan baung yang telah dilakukan menunjukkan bahwa persentase tahap kematangan telur fase vitelogenik mengalami penurunan hingga akhir percobaan yaitu pada pengamatan minggu ke-10 pada semua perlakuan, sebagaimana terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Perkembangan kematangan telur fase vitelogenik selama waktu pengamatan.

Pada hasil pengamatan minggu ke-10 yaitu pada akhir percobaan, persentase tahap kematangan telur fase vitelogenik yang terendah terdapat pada perlakuan penyuntikan secara berkala hormon HCG 300 IU/kg yaitu sebesar 9,63%, selanjutnya diikuti perlakuan hormon HCG 100 IU/kg yaitu sebesar 10,71%, dan perlakuan hormon HCG 200 IU/kg yaitu sebesar 14,20%. Sedangkan persentase tahap kematangan telur fase vitelogenik yang tertinggi terdapat pada perlakuan HCG 0 IU/kg atau tanpa hormon HCG yang hanya menghasilkan 24,20%, sebagaimana disajikan pada Gambar 5. Selanjutnya berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan penyuntikan secara berkala hormon HCG 300 IU/kg berat tubuh ikan tidak berbeda nyata dengan perlakuan HCG 200 IU/kg dan 100 IU/kg ($P>0,05$), namun berbeda nyata dengan perlakuan tanpa hormon HCG atau 0 IU/kg ($P<0,05$) terhadap tahap kematangan telur fase vitelogenik.



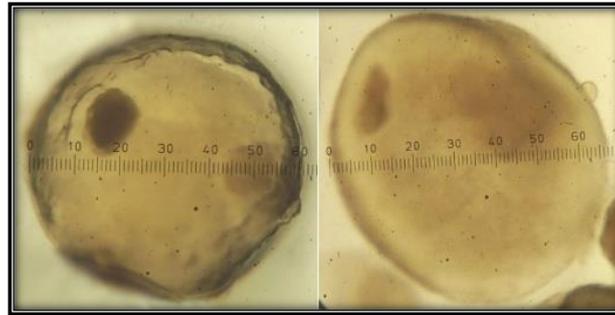
Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti dengan notasi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf $\alpha = 0,05$ ($P>0,05$)

Gambar 5. Perkembangan kematangan telur fase vitelogenik pada akhir penelitian.

Oosit setelah menyempurnakan pertumbuhannya selama vitelogenesis, selanjutnya oosit mengalami pembelahan reduksi, dimana oosit yang telah tumbuh memiliki satu nukleus besar (*germinal vesicle*) pada profase meiotik, dan *germinal vesicle* pada tahap tersebut terletak di tengah atau di antara pusat dan tepian oosit. Pada fase akhir vitelogenesis ini, oosit ikan kehilangan bentuk bulatnya dan menjadi gepeng. Kutub animalnya pada salah satu

permukaan yang gepeng, terletak di sekitar cekungan kecil pada folikel dan zona radiata, yaitu mikrofil (Nagahama, 1983). Oosit akan mengalami fase berikutnya dari oogenesis, yaitu proses pematangan telur (*final oocyte maturation*) (Nagahama *et al.*, 1995; Mylonas *et al.*, 2010). Hal ini dibuktikan dari hasil percobaan yang telah dilakukan yang menunjukkan bahwa seiring dengan terjadinya penurunan persentase tahap kematangan telur fase vitelogenik, maka terjadi peningkatan persentase tahap kematangan telur (*final oocyte maturation*).

Menurut Mylonas & Zohar (2001), membagi tingkat kematangan telur tahap akhir (*final oocyte maturation* = *FOM*) menjadi dua fase. Fase pertama adalah fase awal *FOM*, yaitu ditandai dengan posisi inti yang bermigrasi (mGV) dan inti yang telah di tepi (pGV). Kemudian fase kedua adalah fase akhir *FOM* yang ditandai dengan inti yang telah melebur (GVBD). Gambaran mengenai kondisi telur pada tahap kematangan telur fase awal *FOM* dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat dilihat pada Gambar 6.

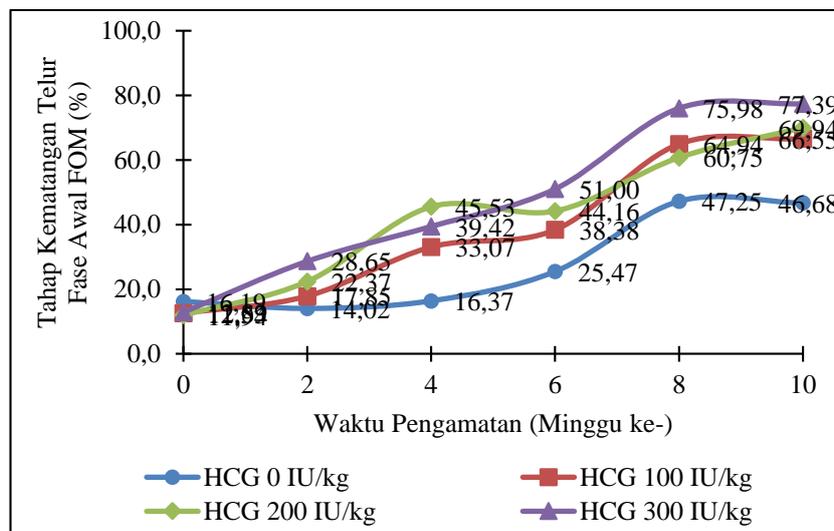


Gambar 6. Perkembangan tahap kematangan telur fase awal *FOM* (*final oocyte maturation*)

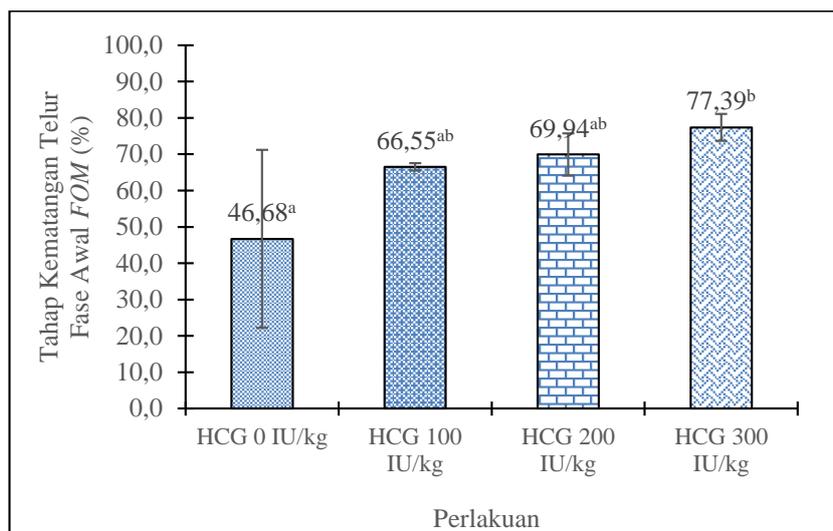
Hormon utama yang merangsang pematangan telur pada ikan adalah gonadotropin (GtH II) (Mylonas *et al.*, 2010). Dengan adanya penambahan kadar hormon GtH II melalui penyuntikan hormon HCG ke tubuh ikan, dimana hormon HCG juga beraktivitas menyerupai hormon LH atau GtH II maka merangsang terjadinya pematangan telur pada induk ikan baung.

Aktivitas hormon GtH II dalam mempengaruhi kematangan oosit bersifat tidak langsung, namun diperantarai oleh produksi MIH (*Maturation Inducing Hormone*) dari sel folikel ovarium, yaitu hormon $17\alpha,20\beta$ -dihidroksi-4-pregnen-3-one (Nagahama *et al.*, 1995). Aktivitas hormon GtH II pada sel teka dapat meningkatkan hormon 17α -hidroksiprogesteron melalui reseptor mediasi sistem adenilat cyclase-cAMP. Hormon 17α -hidroksiprogesteron diubah dalam bentuk hormon $17\alpha,20\beta$ -dihidroksi-4-pregnen-3-one oleh sel granulosa, di mana aktivitas GtH mempengaruhi sintesis *de novo* dari enzim 20β -hidroksisteroid dehidrogenase (20β -HSD) yang berperan dalam proses pematangan oosit sampai ovulasi (Nagahama *et al.* 1995).

Dari hasil percobaan penyuntikan hormon HCG secara berkala pada induk betina ikan baung yang telah dilakukan menunjukkan bahwa persentase tahap kematangan telur fase awal *FOM* mengalami peningkatan hingga akhir percobaan yaitu pada pengamatan minggu ke-10 pada semua perlakuan, sebagaimana terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Perkembangan kematangan telur fase awal *FOM* selama waktu pengamatan.

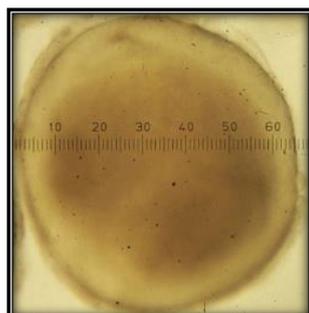


Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti dengan notasi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf $\alpha = 0,05$ ($P > 0,05$)

Gambar 8. Perkembangan kematangan telur fase awal *FOM* pada akhir penelitian.

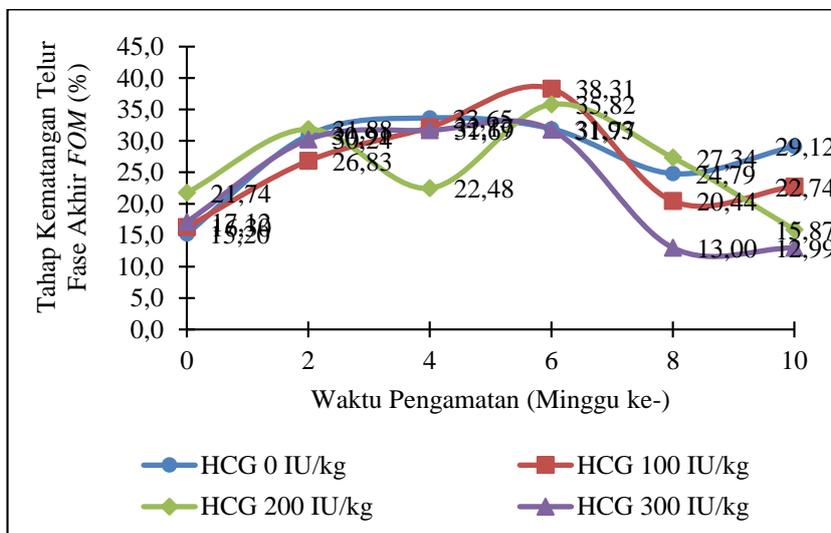
Pada hasil pengamatan minggu ke-10 yaitu pada akhir percobaan, persentase tahap kematangan telur fase awal *FOM* yang tertinggi terdapat pada perlakuan penyuntikan secara berkala hormon HCG 300 IU/kg yaitu sebesar 77,39%, selanjutnya diikuti perlakuan hormon HCG 200 IU/kg yaitu sebesar 69,94%, dan perlakuan hormon HCG 100 IU/kg yaitu sebesar 66,55%. Sedangkan persentase tahap kematangan telur fase awal *FOM* terendah terdapat pada perlakuan HCG 0 IU/kg yang hanya menghasilkan 46,68%, sebagaimana disajikan pada Gambar 8. Selanjutnya berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan penyuntikan secara berkala hormon HCG 300 IU/kg berat tubuh ikan tidak berbeda nyata dengan perlakuan HCG 200 IU/kg dan 100 IU/kg ($P > 0,05$), namun berbeda nyata dengan perlakuan tanpa hormon HCG atau 0 IU/kg ($P < 0,05$) terhadap tahap kematangan telur fase awal *FOM*. Hasil penelitian yang telah dilakukan tersebut hampir serupa dengan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Dewantoro (2015) bahwa penyuntikan secara berkala hormon HCG dengan dosis 200 dan 250 IU/kg dapat merangsang semua ovari calon induk ikan tengadak matang gonad.

Pada pengamatan tahap kematangan oosit akhir, terjadi perpindahan *germinal vesicle* atau nukleus, yang selanjutnya membran *germinal vesicle* tersebut pecah dan isinya bercampur dengan sitoplasma. Menurut Tang & Affandi (2017), selain perubahan dalam nukleus juga terjadi beberapa proses sitoplasmik selama pematangan oosit, perubahan tersebut meliputi penggabungan butiran kecil lipida dan globula kuning telur, pembesaran oosit yang berlangsung cepat akibat hidrasi serta peningkatan kejernihan oosit. Selanjutnya akibat aksi hormon $17\alpha,20\beta$ -dihidroksi-4-pregnen-3-one, inti yang mulanya berada di tengah kemudian menuju ke tepi dekat mikrofil, dan sesaat sebelum ovulasi terjadi, inti tadi melebur yang disebut *germinal vesicle breakdown* (GVBD) (Nagahama *et al.*, 1995). Menurut Ernawati (1999), pecahnya vesikula germinalis ini merupakan indikator kematangan oosit, dan oosit yang sudah matang tersebut diovulasikan ke lumen ovari. Kondisi inti yang telah melebur (GVBD) tersebut menurut Mylonas & Zohar (2001), menandakan tahap kematangan telur telah masuk dalam kategori fase akhir *FOM*. Gambaran mengenai kondisi telur pada tahap kematangan telur fase akhir *FOM* dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat dilihat pada Gambar 9.



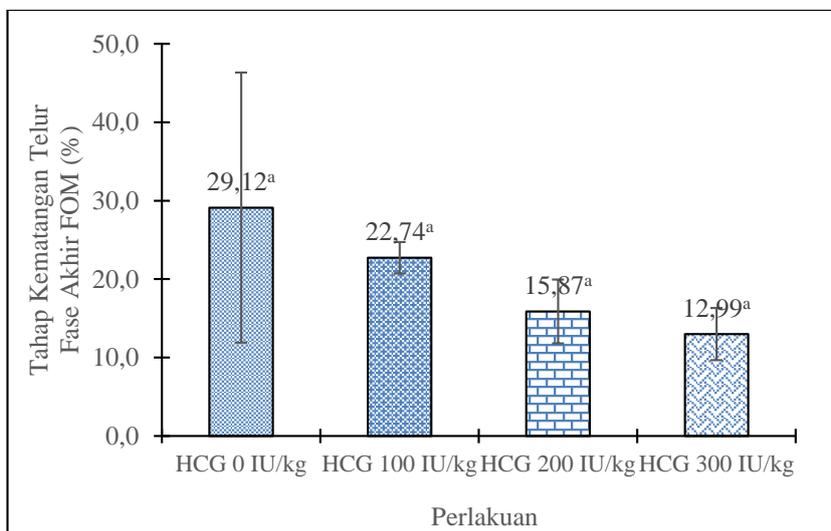
Gambar 9. Perkembangan kematangan telur fase akhir *FOM* (*final oocyte maturation*)

Berbeda dengan hasil pengamatan tahap kematangan telur fase awal *FOM*, hasil percobaan penyuntikan hormon HCG secara berkala pada induk betina ikan baung yang telah dilakukan menunjukkan bahwa persentase tahap kematangan telur fase akhir *FOM* cenderung mengalami peningkatan hingga minggu keenam, namun selanjutnya mengalami penurunan persentase hingga minggu ke-10 pada semua perlakuan, sebagaimana terlihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Perkembangan kematangan telur fase akhir *FOM* selama waktu pengamatan.

Pada hasil pengamatan minggu ke-10 yaitu pada akhir percobaan, persentase tahap kematangan telur fase akhir *FOM* yang terendah terdapat pada perlakuan penyuntikan secara berkala hormon HCG 300 IU/kg yaitu sebesar 12,99%, selanjutnya diikuti perlakuan hormon HCG 200 IU/kg yaitu sebesar 15,87%, dan perlakuan hormon HCG 100 IU/kg yaitu sebesar 22,74%. Sedangkan persentase tahap kematangan telur fase awal *FOM* tertinggi terdapat pada perlakuan HCG 0 IU/kg atau tanpa hormon HCG yaitu sebesar 29,12%, sebagaimana disajikan pada Gambar 11. Selanjutnya berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa penyuntikan secara berkala hormon HCG tidak berbeda nyata pada semua perlakuan ($P > 0,05$) terhadap tahap kematangan telur fase akhir *FOM*.



Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti dengan notasi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf $\alpha = 0,05$ ($P > 0,05$)

Gambar 11. Perkembangan kematangan telur fase akhir *FOM* pada akhir penelitian.

Kondisi telur yang telah memasuki tahap kematangan fase akhir *FOM*, jika kondisi lingkungan tidak mendukung akan mengalami degradasi atau kegagalan diovolasikan. Oosit yang demikian dikenal dengan sebutan oosit atresis (*atretic oocyte*). Oosit atau folikel atresis tersebut akan diabsorpsi kembali oleh sel-sel ovarium (Tang & Affandi, 2017).

Dari percobaan yang telah dilakukan, menunjukkan injeksi atau penyuntikan secara berkala hormon HCG pada induk betina ikan baung dapat merangsang perkembangan dan tingkat kematangan gonad, yang ditunjukkan dengan

adanya peningkatan diameter telur dan tahap kematangan telur pada induk ikan baung tersebut. Meskipun penambahan diameter telur tetap terjadi pada semua perlakuan, termasuk tanpa pemberian hormon HCG, namun dengan pemberian hormon HCG dengan dosis 100 – 300 IU/kg berat tubuh ikan melalui injeksi secara berkala pada induk ikan menghasilkan perkembangan diameter telur dan tingkat kematangan telur yang lebih tinggi dibandingkan tanpa pemberian hormon. Sebagaimana yang telah dikemukakan oleh Mylonas dan Zohar (2001), perlakuan hormonal yang saat ini umum dilakukan untuk merangsang perkembangan gonad, sebenarnya lebih diarahkan untuk merangsang lebih aktifnya kelenjar pituitary atau hipofisa juga gonad dalam menghasilkan hormon-hormon reproduksi, sehingga ketersediaan hormon yang dibutuhkan dalam proses reproduksi selalu tersedia terus-menerus, yang selanjutnya dapat merangsang perkembangan dan kematangan gonad ikan pada wadah budidaya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan terhadap induk ikan baung, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Injeksi hormon HCG secara berkala pada induk betina ikan baung pada perlakuan dosis HCG 300 IU/kg berat tubuh tidak berbeda nyata dengan perlakuan HCG 200 IU/kg dan 100 IU/kg ($P>0,05$), namun berbeda nyata dengan perlakuan tanpa hormon HCG atau 0 IU/kg terhadap persentase perkembangan telur yang berdiameter ≥ 1 mm, dan perkembangan tahap kematangan telur fase vitelogenik dan fase awal *FOM* induk betina ikan baung ($P<0,05$). Sedangkan terhadap perkembangan tahap kematangan telur fase akhir *FOM* tidak berbeda nyata dengan semua perlakuan ($P>0,05$).
2. Injeksi hormon HCG secara berkala pada induk betina ikan baung pada perlakuan dosis HCG 300 IU/kg berat tubuh menghasilkan persentase perkembangan telur yang berdiameter ≥ 1 mm, perkembangan tahap kematangan telur fase vitelogenik dan fase awal *FOM* tertinggi pada induk betina ikan baung. Sedangkan yang terendah dihasilkan pada perlakuan tanpa hormon HCG atau HCG 0 IU/kg.
3. Injeksi hormon HCG secara berkala pada induk betina ikan baung pada perlakuan dosis HCG 300 IU/kg berat tubuh menghasilkan perkembangan tahap kematangan telur fase akhir *FOM* yang terendah, sedangkan yang tertinggi dihasilkan pada perlakuan tanpa hormon HCG atau perlakuan HCG 0 IU/kg.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Mulawarman karena telah memberikan bantuan berupa dukungan dana penelitian dari Dana PNPB Universitas Mulawarman Tahun 2024. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada Jainul Muttaqin, Dimas Hardyan Al Jufri, Muhammad Fahreza, Ridho Ibnu Maulana, Suwedi, Muhammad Alfrendi dan Irina Raudatul Jannah yang telah membantu selama pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Aryani, N. 2017. Teknologi Tepat Guna Budidaya Ikan Baung. Pekanbaru: Bung Hatta University Press. 100 hal.
- Chandra, E., Ma'ruf, & Isriansyah. 2022. Efektivitas penambahan minyak ikan pada pakan terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan benih ikan baung (*Hemibagrus nemurus*). *J. Aquawarman*, 8(2):60-70
- Devlin, RH., & Nagahama, Y. 2002. Sex determination and sex differentiation in fish: an overview of genetic, physiological, and environmental influences. *Aquaculture*, 208(3-4): 191-364. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(02\)00057-1](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00057-1)
- Dewantoro, E. 2015. Keragaan Gonad Ikan Tengadak (*Barbonymus schwanenfeldii*) Setelah Diinjeksi Hormon HCG Secara Berkala. *Jurnal Akuatika*, 6(1):1-10
- Effendie, MI. 2002. Biologi Perikanan. Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nusantara. 163 hal.
- Ernawati, Y. 1999. Efisiensi Implantasi Analog LHRH dan 17α -Metiltestosteron serta Pembekuan Semen Dalam Upaya Peningkatan Produksi Benih Ikan Jambal Siam (*Pangasius hypophthalmus*). [Disertasi]. Bogor: Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Grodsky, GM. 1984. Kimia dan fungsi hormon; IV. Hipofisis dan Hipotalamus. Di dalam: Martin DW, Mayer PA, Rodwell VW, Editor. *Biokimia (Review of Biochemistry)* Jakarta: EGC. Penerbit Buku Kedokteran. Hlm 585 – 595.
- Isriansyah. 2011. Efektivitas pemberian kombinasi hormon Human Chorionic Gonadotropin dan 17α -metiltestosteron secara kronis terhadap kadar estradiol- 17β dan perkembangan telur ikan baung (*Mystus nemurus*). *Jurnal Riset Akuakultur*, 6(2):263-269
- Kaltenbach, CC. & Dunn, TG. 1980. Endocrinology of reproduction. Di dalam: Hafez ESE editor. *Reproduction in farm animals*. Philadelphia: 4th Ed. Lea and Febiger.

- Lee, WK., & Yang, 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 maculatus* (Jeom-nong-eo). *Aquaculture*, 207: 169-183. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(01\)00728-1](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00728-1)
- Mylonas, CC. & Zohar, Y. 2001. Endocrine regulation and artificial induction of oocyte maturation and spermiation in basses of the genus *Morone*. *Aquaculture* 202(3):205–220. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(01\)00772-4](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00772-4)
- Mylonas, CC., Fostier, A., & Zanuy S. 2010. Broodstock management and hormonal manipulations of fish reproduction. *General and Comparative Endocrinology* 165: 516–534. doi:10.1016/j.ygcen.2009.03.007
- Nagahama, Y. 1983. The functional morphology of teleost gonads. Di dalam: Hoar WS, Randall DJ, Donaldson EM, editor. *Fish Physiology*. Volume ke-9A. *Reproduction, Endocrine Level Tissues and Hormones*. New York: Academic Press. hlm 223–275.
- Nagahama, Y. 1994. Endocrine regulation of gametogenesis in fish. *Int. J. Dev. Biol*, 38: 217-229
- Nagahama, Y., Yoshikuni, M., Yamashita, M., Tokumoto, T., & Katsu, Y. 1995. Regulation of oocyte growth and maturation in fish. In: Pedersen RA, Schatten GP, editor. *Current Topics in Developmental Biology*. Volume 30. New York: Academic Press. p 103–145. [https://doi.org/10.1016/s0070-2153\(08\)60565-7](https://doi.org/10.1016/s0070-2153(08)60565-7)
- Nugroho, RA., Yuniarti, T., Basuki, F., Hastuti, S., & Listiarini. 2021. Use of periodically hCG Hormones injection for the gonadal development of java barb (*Puntius javanicus*) as bioreproduction applied on aquaculture. *Journal of Physics: Conference Series* 1943 012078. doi:10.1088/1742-6596/1943/1/012078
- Nurmahdi, T. 2005. Pengaruh penggunaan hormon HCG dengan dosis yang berbeda terhadap perkembangan gonad ikan baung (*Hemibagrus nemurus* Blkr.). [Tesis]. Bogor: Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Pantjara, B., Kristanto, AH., Gustiano, R., & Samsudin, R. 2019. Prospek Perbenihan Ikan Baung Dalam Mendukung Industri Perikanan. Dalam: Pantjara, B., Gustiano, R., Kristanto, AH., & Lusiastuti, AM. (ed). *Bunga Rampai Potensi Budidaya Ikan Lokal Prospektif: Baung Hemibagrus nemurus*. Bogor: Penerbit IPB Press. Hlm 1 – 14
- Putri, P., Isriansyah, & Sukarti, K. 2023. Pengaruh penambahan lisin pada pakan buatan terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan benih ikan baung (*Hemibagrus nemurus*). *J. Aquawarman*, 9(2):56-63.
- Riadi, S., Isriansyah, & Sukarti, K. 2023. Penambahan betaine pada pakan buatan terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan benih ikan baung (*Hemibagrus nemurus*). *J. Aquawarman*, 9(2):64-73.
- Selvaraj, S., T. Francis, M. Venkatasamy and S. Santhoshkumar. 2012. Effect of HCG implants on change in testosterone and estradiol level in blood serum of murrel, *Channa striatus*. *J. Veterinary & Animal Sciences*, 8(5): 290-298
- Siregar, M. 1999. Stimulasi pematangan gonad bakal induk jambal Siam betina *Pangasius hypophthalmus* F. dengan hormon hCG. [Tesis]. Bogor: Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Subagja, J. & Prakoso, V.A. 2018. Reproduksi ikan baung (*Hemibagrus nemurus*) dengan perlakuan dosis hormon GnRH-a berbeda. *Jurnal Riset Akuakultur*, 13(3): 213-218
- Sukendi. 2001. Biologi reproduksi dan pengendaliannya dalam upaya pembenihan ikan baung (*Mystus nemurus* CV) dari perairan Sungai Kampar Riau. [Disertasi]. Bogor: Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Tang, UM., & R. Affandi. 2017. Biologi Reproduksi Ikan. Malang: Intimedia. 128 hal
- Yaron, Z. 1995. Endocrine control of gametogenesis on spawning induction in carp. *Aquaculture*, 129 : 49 - 73. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(94\)00229-H](https://doi.org/10.1016/0044-8486(94)00229-H)
- Yulianti, N., Utomo, DSC., & Putri, B. 2020. Uji komparatif hormon human chorionic gonadotrophin (HCG), ovaprim, dan spawnprim pada pemijahan ikan lele sangkuriang (*Clarias* sp.). *Journal of Aquatropica Asia*, 5(2): 1-7
- Zairin, M., Jr. 2000. Perkembangan gonad ikan balashak (*Balantiocheilus melanopterus* Blkr.) setelah disuntik dengan hormon HCG secara berkala. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan dan Perikanan*, 7(1):27–32.
- Zidan, SRS., Saleh, HHE., Semaida, AI., Abou-Zied, RM., & Allam, SM. 2020. Effect of different doses of human chorionic gonadotropin (HCG) hormone on stripping response and reproductive performance of the African catfish (*Clarias gariepinus*). *Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries*, 24(6): 225 – 242