Perkembangan gonad dan profil plasma darah induk ikan bada *Rasbora argyrotaenia* (Bleeker 1849) betina dengan pemberian kombinasi hormon estradiol dan *spirulina* dalam pakan

[Gonad development and blood plasma profile of female bada fish (*Rasbora* sp.) by giving a combination of the hormones estradiol and *spirulina* in the feed]

Ira Akhdiana[1,3], Muhammad Zairin Jr.[2], Gadis Sri Haryani[3], Muhammad Agus Suprayudi[2]

[1]Program Magister, Sekolah Pascasarjana IPB
[2]Departemen Budidaya Perairan, FPIK IPB
Kampus IPB Dramaga, Jalan Agatis 16680
[3]Pusat Riset Limnologi, BRIN
Jl. Raya Jakarta Bogor km 46 16911
Surel: muhammadsu@apps.ipb.ac.id, irakhdiana@gmail.com, zairinmz@live.com, gadis@limnologi.lipi.go.id

Diterima: 14 Juli 2021; Disetujui: 15 Oktober 2021

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh pemberian kombinasi hormon estradiol-17β dan *spirulina* dalam pakan terhadap biokimia plasma darah, histologis dan perkembangan gonad ikan bada (*Rasbora argyrotaenia*) betina. Metode penelitian adalah penelitian eksperimental menggunakan rancangan acak lengkap dengan empat kombinasi perlakuan dan empat ulangan yaitu tanpa penambahan hormon estradiol-17β dan *spirulina* (P0), penambahan hormon estradiol-17β sebanyak 7 µg kg^{-1} pakan (P1), penambahan *spirulina* sebanyak 30 g kg^{-1} pakan (P2) dan penambahan hormon estradiol-17β sebanyak 7 µg kg^{-1} pakan dan *spirulina* sebanyak 30 g kg^{-1} pakan. Ikan bada betina (4,22±1,28 g) dipelihara dalam akuarium berukuran 100x50x50 cm^3 dengan kepadatan tujuh ekor per akuarium. Ikan diberi pakan perlakuan dua kali sehari, sebanyak 3% dari biomassa selama enam minggu. Parameter pengujian yaitu konsentrasi hormon estradiol-17β, diameter telur, konsentrasi glukosa plasma darah, konsentrasi kolesterol total plasma darah dan pengamatan histologis gonad. Hasil percobaan terlihat konsentrasi hormon estradiol-17β dalam plasma tubuh perlakuan P1 dan P3 secara statistik berbeda nyata ($P<0,05$) dibandingkan dengan perlakuan P0 dan P2. Pemberian kombinasi hormon estradiol-17β dan *spirulina* yang ditambahkan pada pakan memberikan hasil yang tidak berbeda nyata ($P>0,05$) terhadap biokimia plasma darah dan diameter telur ikan bada. Penambahan kombinasi hormon estradiol-17β dan *spirulina* dalam pakan menghasilkan perlakuan P1 dan P3 lebih baik dengan nilai konsentrasi hormon estradiol-17β pada plasma tubuh lebih tinggi. Pengamatan perkembangan gonad dari histologis menunjukkan bahwa gonad ikan bada termasuk tipe yang *asynchronous*.

Kata penting: glukosa darah, hormon estradiol-17β, kolesterol, *Rasbora argyrotaenia*, *spirulina*.

Abstract

This study aimed to evaluate the effect of the combination of estradiol-17β hormone and *spirulina* in feed on blood plasma biochemistry, histology, and gonad development of female bada fish (*Rasbora argyrotaenia*). The research method were an experimental study using a completely randomized design with four treatment combinations and four replications, namely without the addition of the estradiol-17β hormone and *spirulina* (P0), the addition of the estradiol-17β hormone at 7 g kg^{-1} feed (P1), the addition of *spirulina* at 30 g kg^{-1} feed (P2) and the addition of the estradiol-17β hormone at 7 g kg^{-1} feed and *spirulina* at 30 g kg^{-1} feed. Female bada fish (4.22±1.28 g) were kept in an aquarium measuring 100x50x50 cm^3 with a density of seven individuals per aquarium. Fish were fed the treatment twice daily, with 3% of the biomass for six weeks. The test parameters were estradiol-17β hormone concentration, egg diameter, blood plasma glucose concentration, blood plasma total cholesterol concentration, and gonadal histology observations. The experimental results showed that the concentration of the estradiol-17β hormone in the body plasma of

treatments P1 and P3 was statistically significantly different (P<0.05) compared to treatments P0 and P2. The combination of estradiol-17β hormone and *spirulina* added to the feed gave not significantly different results (P>0.05) on blood plasma biochemistry and egg diameter of bada fish broodstock. A combination of estradiol-17β hormone and *spirulina* hormones in the feed resulted in better P1 and P3 treatments with higher plasma concentrations of the estradiol-17β hormone. Observations of gonadal development from histology showed that the bada fish gonads belonged to the asynchronous type.

Keywords: cholesterol, estradiol-17β hormone, glucose blood, *Rasbora argyrotaenia*, *spirulina*

Pendahuluan

Ikan bada (*Rasbora argyrotaenia*) merupakan salah satu ikan yang banyak ditemui di perairan umum, seperti sungai, genangan air, danau ataupun persawahan. Ikan ini secara alami tersebar luas di negara-negara Asia seperti Indonesia, Thailand, Kamboja, Malaysia dan Filipina (Ningrum *et al.* 2019). Di Indonesia ikan bada tersebar di perairan tawar di pulau Sumatra, Jawa, Kalimantan, Bali dan Lombok (Kottelat *et al*., 1993). Ikan bada merupakan sebutan nama lokal dari ikan yang termasuk genus *Rasbora*, khususnya di daerah Sumatra Barat. Nama lokal ikan ini di Jawa Barat adalah paray, sedangkan Jawa Tengah dan Jawa Timur menyebutnya wader. Ikan bada ini termasuk salah satu ikan yang mempunyai nilai ekonomi penting, baik sebagai ikan konsumsi maupun ikan hias (Al Adawiyah *et al.* 2019). Ikan bada memiliki warna perak yang memikat sehingga dikenal juga dengan nama umum *silver rasbora*. Menurut Said & Mayasari (2010), ikan bada ini memiliki potensi nasional untuk dikembangkan menjadi ikan hias.

Saat ini pemenuhan kebutuhan ikan ini masih banyak mengandalkan tangkapan dari alam, meskipun pada kenyataannya kegiatan budidayanya sudah bisa dilakukan. Usaha yang dapat dilakukan untuk memenuhi kebutuhan dan juga sebagai upaya mengurangi tangkapan berlebih ikan ini di alam, kegiatan budidaya mutlak diperlukan. Pemeliharaan induk ikan yang disiapkan untuk kegiatan pemijahan merupakan salah satu faktor penting dalam budidaya. Induk yang dipelihara dengan manajemen yang baik akan menghasilkan indukan berkualitas baik dan pada akhirnya akan menghasilkan benih yang berkualias baik juga.

Pemberian pakan dengan nutrisi yang berkualitas baik dengan jumlah yang cukup sangat mendukung pada proses reproduksi dan perkembangan gonad pada induk betina. Pada proses perkembangan gonad ini sangat dipengaruhi oleh faktor dari dalam dan juga luar. Faktor dari dalam berupa kinerja hormon sedangkan faktor luar berupa kondisi lingkungan dan juga asupan makanan. Menurut Volkoff & London (2018), kebutuhan nutrisi ini berhubungan dengan pertumbuhan pada ikan dan juga beberapa faktor dari reproduksinya seperti perkembangan gonad, kinerja reproduksi, kualitas dan kuantitas telur serta anakan. Selain itu, bisa dilakukan juga dengan teknik manipulasi hormonal untuk merangsang pematangan gonad baik dengan oral, injeksi atau implantasi (Ahlina *et al.* 2015).

Penelitian yang dilakukan oleh Lestari *et al*. (2016), penambahan kunyit dan *spirulina* 3% per kg atau sebanyak 30 g dalam 1 kg pakan dengan dikombinasikan dengan penyuntikan oodev dapat meningkatkan kinerja reproduksi induk ikan betina di luar musim pemijahan. Selain itu, pemberian hormon eksogen dapat dilakukan untuk meningkatkan kinerja reproduksi. Hormon eksogen yang banyak digunakan untuk proses pematangan gonad pada ikan yaitu estradiol-17β. Menurut Sinjal *et al*. (2014), pemberian pakan komersial dan penyuntikan hormon estradiol-17β dengan dosis 250 μg kg^{-1} bobot tubuh ikan menghasilkan kombinasi perlakuan yang terbaik dalam nilai pembuahan telur, daya tetas telur, dan sintasan larva dari induk ikan lele.

Perubahan biokimia plasma darah selain bisa digunakan untuk mengetahui status kesehatan ikan, bisa juga digunakan untuk melihat status reproduksinya (Wahyuningsih *et al.* 2012). Pengamatan perkembangan gonad bisa juga dilakukan dengan cara melihat histologis gonadnya, yang secara histologis informasi yang didapatkan bisa akurat dan mendetail (Zulfadhli *et al.* 2016). Pengamatan gonad terhadap induk ikan betina dilakukan karena gonad betina (ovarium) yang lebih memegang peranan dalam fekunditas dan juga kualitas telur yang dihasilkan. Nilai fekunditas dan kualitas telur tersebut akan menentukan derajat penetasan dan juga jumlah benih ikan yang akan dihasilkan.

Penelitian tentang ikan bada ini penting dilakukan karena keberadaan ikan bada di Danau Maninjau dikhawatirkan semakin berkurang akibat adanya penangkapan berlebih. Menurut Dina *et al*. (2011), hasil tangkapan ikan bada mengalami penurunan akibat tingginya laju penangkapan dan tekanan lingkungan akibat penurunan kualitas air danau Maninjau. Penelitian tentang peningkatan kinerja reproduksi ikan bada dengan penambahan hormon estradiol dan juga *spirulina* belum ada yang melakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh pemberian kombinasi hormon estradiol dan *spirulina* dalam pakan terhadap biokimia plasma darah, histologis dan perkembangan gonad ikan bada (*Rasbora argyrotaenia*) betina.

Bahan dan metode

Materi uji

Induk ikan bada betina yang digunakan sebanyak 112 ekor dengan bobot rata-rata 4,22±1,28 g yang berasal dari kolam pemeliharaan Pusat Penelitian Limnologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli 2020 sampai dengan Maret 2021 di Laboratorium Reproduksi dan Genetika Organisme Akuatik, Laboratorium Nutrisi Ikan, Laboratorium Kesehatan Ikan, Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor (IPB) dan Pusat Penelitian Limnologi, LIPI . *Spirulina* yang ditambahkan ke dalam pakan adalah *Spirulina platensis* berbentuk serbuk yang

Tabel 1 Perlakuan pemberian hormon estradiol-17β dan *spirulina* dalam pakan ikan bada (*Rasbora argyrotaenia*) betina

Perlakuan (per kg pakan)
ɔrmon estradiol-17β dan *spirulina* (kontrol)
adiol-17β
ulina
adiol-17β ditambah 30 g *spirulina*

Keterangan: jumlah hormon estradiol-17β per kg pakan yang ditambahkan merupakan hasil perhitungan dari dosis 250 µg/kg bobot induk (Sinjal *et al*. 2014)

diproduksi oleh Little Herbalist, Indonesia. Hormon estradiol-17β yang digunakan berasal dari Argent Laboratories Inc., Filipina.

Rancangan penelitian

Metode penelitian adalah penelitian eksperimental menggunakan rancangan acak lengkap yang terdiri atas empat perlakuan dengan empat ulangan. Perlakuan yang diuji dalam penelitian ini seperti yang tertera pada Tabel 1.

Pakan uji

Pakan yang digunakan untuk penelitian adalah pakan komersial dengan kadar protein sebesar 39-41% dan lemak 5% dan dilakukan *repelleting*. *Repelleting* dilakukan untuk menambahkan kombinasi hormon estradiol-17β dan *spirulina* ke dalam pakan. Pembuatan pakan uji dimulai dengan penepungan pakan komersial. Pakan yang sudah ditepung kemudian ditambahkan hormon estradiol-17β (pakan P1 dan P3) dan *spirulina* (pakan P2 dan P3) sesuai dengan dosis perlakuan. Sebelum ditambahkan hormon estradiol-17β ke dalam pakan, hormon dilarutkan ke dalam alkohol 96% sebanyak 100 ml. Pakan selanjutnya ditambahkan air sebanyak 300 ml/kg pakan yang akan dibuat. Selanjutnya pakan diaduk sampai rata dan dicetak lagi dengan menggunakan mesin pencetak pelet. Pakan kemudian dioven pada suhu 60ºC selama 12 jam. Pakan lalu disimpan dalam wadah tertutup.

Pemeliharaan

Akuarium untuk pemeliharaan ikan bada berukuran 100x50x50 cm^3 sebanyak 16 unit. Akuarium diisi air sebanyak 150 liter dan diberi aerasi. Sebelum pemberian pakan perlakuan dimulai, pengurutan (*striping*) dilakukan untuk mengosongkan dan menyeragamkan kondisi awal induk ikan betina. Pengurutan dilakukan setelah penyuntikan ovaprim^{TM} untuk memacu proses pematangan dan juga merangsang ovulasi. Pemberian ovaprim^{TM} sebanyak 0.9 µl/gram bobot badan yang dimasukkan ke dalam mulut ikan bada menggunakan mikropipet (Al Adawiyah *et al*. 2019).

Induk betina yang sudah diurut dipelihara dalam akuarium percobaan sebanyak 7 ekor setiap akuarium. Induk dipelihara selama 6 minggu dan diberikan pakan sesuai dengan

perlakuan. Frekuensi pemberian pakan sebanyak dua kali sehari yaitu pukul 07.30 dan 16.30 WIB dengan tingkat pemberian pakan sebesar 3%. Suhu air di akuarium pemeliharaan dilakukan pencatatan setiap hari, yaitu pada pagi dan sore hari. Pengukuran oksigen terlarut dan pH dilakukan setiap 3 hari sekali dengan menggunakan DO meter merek YSI dan pH meter merek ATC.

Pengambilan sampel

Pengambilan plasma darah dilakukan pada awal pemeliharaan, minggu kedua, minggu keempat dan minggu keenam. Sebelum dilakukan sampling, ikan diberikan obat penenang untuk ikan dengan merek dagang Ocean Free Special Arowana Stabilizer dengan dosis 1 ml/3 liter air. Pengambilan sampel plasma darah dilakukan dengan menggunakan *syringe* kapasitas 1 ml yang telah diberi anti koagulan pada daerah vena caudalis. Sampel darah yang telah diambil dimasukkan ke dalam *microtube*, selanjutnya disentrifugasi pada kecepatan 3000 RPM selama 10 menit pada suhu 4°C. Plasma darah yang telah terpisah dari sel darah kemudian dipindahkan ke *microtube* baru dan disimpan ke dalam *freezer* dengan suhu -20°C. Sampel plasma darah yang didapat digunakan untuk pengukuran konsentrasi glukosa dan total kolesterol.

Pembuatan preparat histologis gonad dilakukan dengan cara mengambil sampel organ gonad dari tiap unit ulangan. Gonad yang didapat diawetkan dengan formalin 5% selama 24 jam, lalu setelah itu dipindahkan ke larutan alkohol 70%. Gonad yang sudah diawetkan selanjutnya dilakukan pembuatan preparat histologis dengan metode pewarnaan Hematoksilin-Eosin (HE).

Pengambilan sampel plasma tubuh ikan bada berasal dari sebagian tubuh ikan untuk pengukuran konsentrasi hormon estradiol-17β. Sampel tubuh yang didapat ditimbang dan digerus, kemudian dimasukkan ke dalam *microtube*. Sampel selanjutnya ditambahkan *phosphate buffered saline* (PBS) pH 7,4 dengan perbandingan 1:2 dan kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 5000 RPM selama 10 menit pada suhu 4°C. Supernatan yang didapatkan dari hasil sentrifugasi dipindahkan ke *microtube* baru dan disimpan dalam freezer dengan suhu -20°C sampai waktu akan diproses lanjut.

Parameter uji

Konsentrasi hormon estradiol-17β

Hormon estradiol-17β plasma dilakukan dengan metode analisis *enzyme linked immunoabsorbent assay (*ELISA). Pengukuran konsentrasi hormon estradiol-17β menggunakan kit estradiol-17β (DRG EIA 2693). Tahapan analisis dilakukan sesuai dengan protokol dari kit tersebut (Sembiring *et al.* 2013).

Pengukuran diameter telur

Pengukuran diameter telur dilakukan dengan cara mengukur sampel telur sebanyak 100 butir tiap unit perlakuan yang sudah diawet. Pengamatan diameter telur menggunakan program Olympus cellsens Standard

yang sudah terhubung dengan mikroskop Olympus DP22. Pengukuran diameter telur dilakukan dengan menggunakan pembesaran 4x10.

Pengukuran konsentrasi glukosa plasma darah

Konsentrasi glukosa plasma darah diukur dengan metode *glucose oxidase-peroxidase aminoantypirin* (GOD PAP) menggunakan reagen merek Dumolab. Plasma darah diambil dari setiap unit percobaan. Tabung sampel diisi dengan sampel plasma darah sebanyak 10 µl dan 1000 µl reagent kit, tabung standard diisi dengan standard glukosa sebanyak 10 µl dan 1000 µl reagent kit. Tabung untuk blanko berisi 1000 µl reagent kit. Campuran dihomogenkan dan diinkubasi selama 10 menit pada suhu 37°C. Absorbansi dibaca menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 500 nm kurang dari 60 menit setelah campuran dihomogenkan. Konsentrasi glukosa darah dihitung dengan rumus (Rawung 2019).

$$GS=KS\times\frac{ASP}{ASD}$$

Keterangan:
GS: Glukosa (mg.dL^{-1})
KS: Konsentrasi Standar
ASP: Absorbansi Sampel
ASD: Absorbansi Standar

Pengukuran konsentrasi kolesterol total plasma darah

Konsentrasi kolesterol total plasma darah ditentukan dengan metode *cholesterol oxidation-phenol-4-aminoantipyrine-peroxidase* (CHOD-PAP) menggunakan kit *CHOD-PAP kolesterol* merek Labtest. Plasma darah diambil dari setiap unit percobaan. Tabung sampel diisi dengan sampel plasma darah sebanyak 0,01 ml dan 1 ml reagent kit, tabung standard diisi dengan standard kolesterol sebanyak 0,01 ml dan 1 ml reagent kit. Tabung untuk blanko berisi 1 ml reagent kit. Campuran dihomogenkan dan diinkubasi selama 10 menit pada suhu 37°C. Absorbansi dibaca menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 500 nm kurang dari 60 menit setelah campuran dihomogenkan. Konsentrasi kolesterol darah dihitung dengan rumus (Rawung 2019).

$$KL=KS\times\frac{ASP}{ASD}$$

Keterangan:
KL: Kolesterol (mg.dL^{-1})
KS: Konsentrasi Standar
ASP: Absorbansi Sampel
ASD: Absorbansi Standar

Pengamatan histologis gonad

Pengamatan histologis gonad menggunakan mikroskop Olympus DP22 yang telah disambungkan dengan perangkat komputer yang sudah terinstal program Olympus cellsens Standard. Identifikasi histologis gonad pada ikan bada dengan mengacu kepada Longenecker *et al.* (2020) dan Abrar *et al.* (2018).

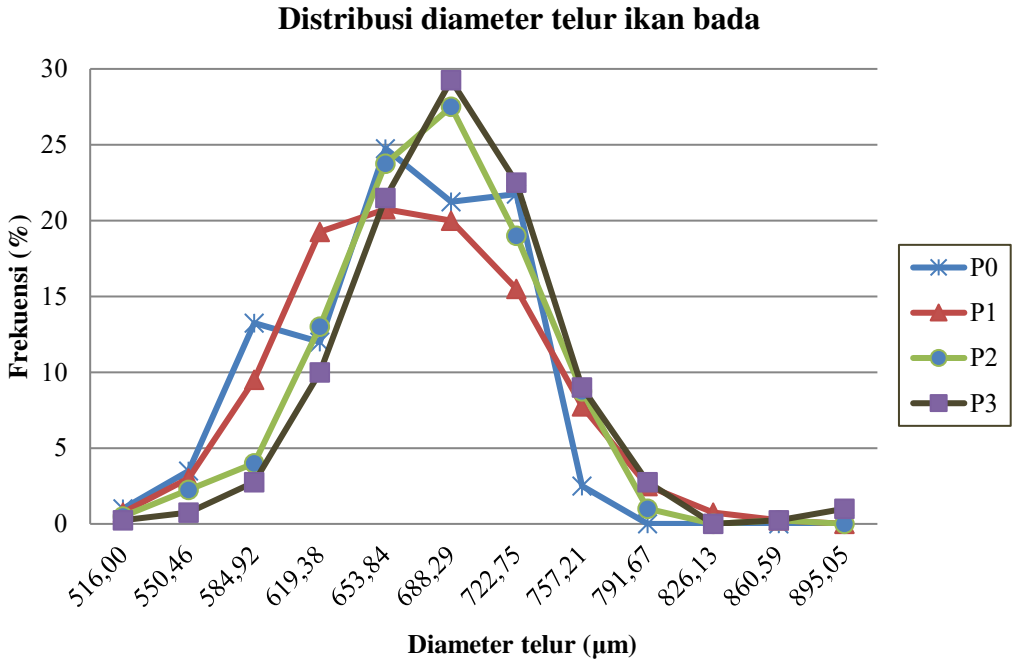
Analisis data

Data hasil histologis gonad dan distribusi diameter telur dianalisis secara deskriptif. Data analisis hormon estradiol-17β, diameter telur, kolesterol total, glukosa diolah menggunakan Microsoft Excel 2013 dan selanjutnya dianalisis dengan analisis ragam

Tabel 2 Rataan konsentrasi hormon estradiol-17β dalam plasma tubuh ikan bada (pg mL^{-1}) dan diameter telur ikan bada (µm) yang diberi perlakuan pakan yang ditambahkan hormon estradiol-17β dan *spirulina*

	Perlakuan		
P1	P2	P3	
20,50[a]	1691,95± 132,37[b]	1039,57± 502,36[a]	1275,64± 232,76[ab]
7,91[a]	668,56±46,02[a]	676,97±26,19[a]	688,06±9,14[a]

Keterangan: huruf tika atas yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata (p<0,05).



Gambar 1 Distribusi diameter telur ikan bada (µm) yang diberikan kombinasi *spirulina* dan hormon estradiol-17β

(ANOVA) menggunakan SPSS 18 pada tingkat kepercayaan 95%. Jika terdapat perbedaan yang berbeda nyata antar perlakuan, dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) dengan α=0,05.

Hasil

Konsentrasi hormon estradiol pada plasma tubuh induk ikan bada yang diberikan kombinasi *spirulina* dan hormon estradiol-17β selama enam minggu pemeliharaan terdapat pada Tabel 2. Dari hasil percobaan terlihat rata-rata konsentrasi hormon estradiol-17β mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya waktu pemeliharaan

Tabel 3 Rataan konsentrasi kolesterol total dalam plasma darah ikan bada (mg dL^{-1}) selama 6 minggu

Sampling	Perlakuan			
	P0	P1	P2	P3
Minggu ke-2	108,497±24,955[a]	161,307±29,023[a]	136,993±28,467[a]	100,915±10,706[a]
Minggu ke-4	153,725±39,427[a]	108,497±24,930[a]	152,941±16,767[a]	112,680±33,223[a]
Minggu ke-6	96,732±18,714[a]	97,516±7,856[a]	116,683±9,045[a]	94,379±7,618[a]

Tabel 4 Rataan konsentrasi glukosa dalam plasma darah ikan bada (mg dL^{-1}) selama 6 minggu

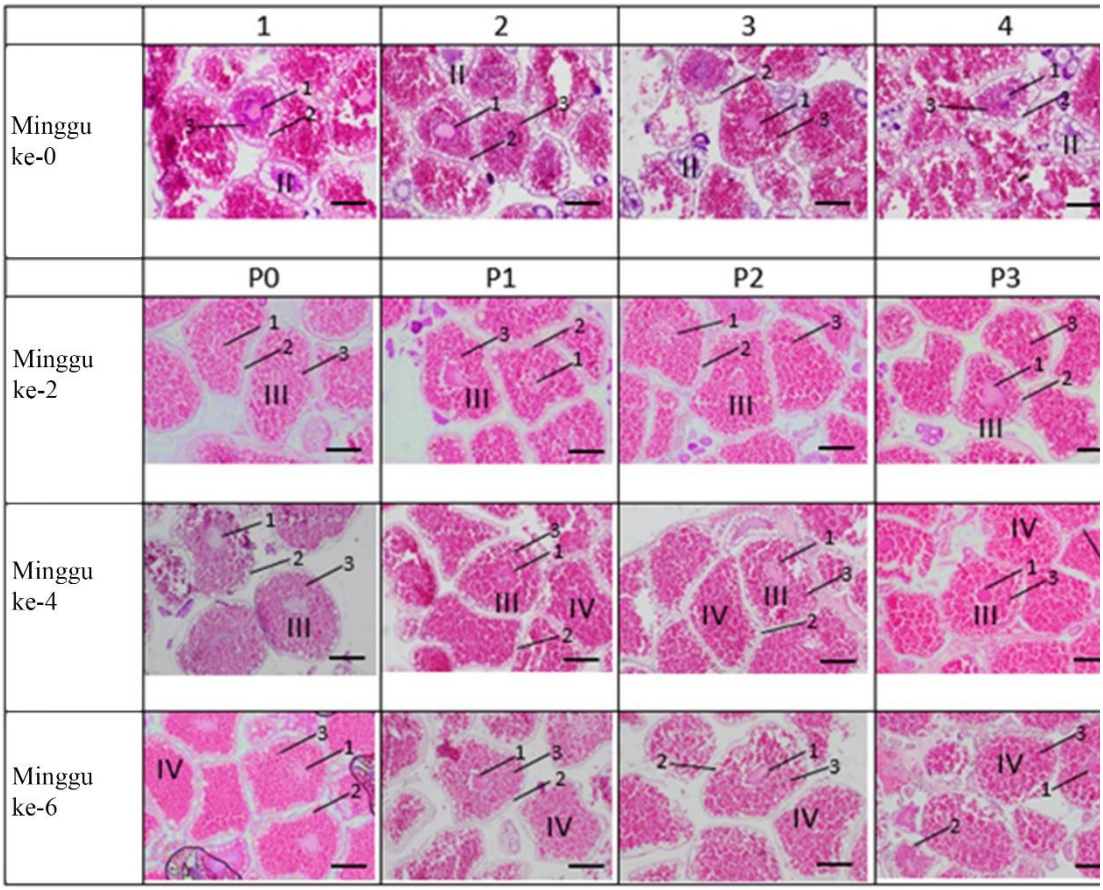
Sampling	Perlakuan			
	P0	P1	P2	P3
Minggu ke-2	50,61±5,55[a]	50,81±8,03[a]	56,67±7,29[a]	58,59±8,28[a]
Minggu ke-4	45,725±4,33[a]	53,03±7,28[a]	44,95±3,54[a]	49,6±5,74[a]
Minggu ke-6	43,43±2,54[a]	45,86±6,78[a]	45,25±4,11[a]	43,13±2,06[a]

induk ikan bada. Nilai konsentrasi hormon estradiol-17β pada awal pengamatan sebesar 584,46±100,40 pg mL^{-1}. Kadar hormon estradiol-17β pada akhir pengamatan menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antara perlakuan ($p<0,05$). Hasil uji statistik terlihat kadar estradiol-17β pada perlakuan P1 lebih tinggi ($p<0,05$) dibandingkan dengan perlakuan P0 (kontrol) dan P2, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan P3 ($p>0,05$).

Hasil percobaan pada diameter telur ikan bada yang diberikan kombinasi *spirulina* dan hormon estradiol-17β bisa dilihat pada Tabel 2. Dari hasil uji statistik terlihat bahwa rataan diameter telur ikan bada setelah diberikan perlakuan selama enam minggu pemeliharaan menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata antarperlakuan ($p>0,05$). Nilai diameter telur ikan percobaan berkisar antara 660,54-688,06 µm.

Distribusi diameter telur ikan bada pada semua perlakuan setelah enam minggu pemeliharaan bisa dilihat pada Gambar 1. Dari pengamatan distribusi diameter telur memperlihatkan bahwa persentase ukuran diameter telur untuk diameter .>650 µm pada perlakuan P0 mencapai 62%, sedangkan untuk P1 sebesar 62,8%, P2 sebesar 79,8% dan P3 sebesar 80%. Dari hasil penambahan kombinasi *spirulina* dan hormon estradiol-17β dalam pakan, perlakuan P3 dan P2 menunjukkan puncak kurva ada pada diameter telur tengah kelas 688,29 µm dengan nilai sebesar 27,5% dan 29,25%. Pada perlakuan P1 dan P0 didapatkan puncak kurva pada diameter telur tengah kelas 653,84 dengan nilai sebesar 20,75% dan 24,75%.

Nilai kolesterol total dari plasma darah pada induk ikan bada yang diberikan kombinasi *spirulina* dan hormon estradiol-17β selama enam minggu pemeliharaan



Gambar 2 Histologis gonad ikan bada selama enam minggu pemeliharaan (oosit tahap II (II), oosit tahap III (III), oosit tahap IV (IV), nukleus (1), butiran minyak (2), butiran kuning telur (3), skala bar 200 µm, pewaranaan HE, perbesaran 100X)

terdapat pada Tabel 3. Nilai rataan kolesterol total pada plasma darah ikan bada pada awal pengamatan sebelum diberikan perlakuan adalah 112,157±25,811 mg dL^{-1}. Dari uji statistik terlihat bahwa pada minggu kedua perlakuan tidak ada perbedaan yang nyata antarperlakuan ($p>0,05$). Demikian juga pada minggu keempat dan keenam hasil statistik menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata antarperlakuan ($p>0,05$).

Hasil pengukuran nilai konsentrasi glukosa dalam plasma darah selama enam minggu pemeliharaan induk ikan bada bisa dilihat pada Tabel 4. Nilai konsentrasi glukosa pada awal perlakuan adalah 66,26±10,69 mg dL^{-1}. Dari hasil uji statistik terlihat bahwa nilai rataan nilai konsentrasi glukosa tidak berbeda nyata pada semua perlakuan ($p>0,05$), baik pada minggu kedua, keempat maupun keenam.

Hasil pengamatan histologis gonad pada induk ikan bada selama enam minggu pemeliharaan setelah diberikan pakan dengan kombinasi *spirulina* dan estradiol-17 bisa dilihat pada Gambar 2. Pada awal percobaan, dari hasil pengamatan histologis gonad, terlihat masih ada oosit yang masih pada tahap II. Pada minggu kedua setelah

perlakuan oosit sudah banyak terlihat pada tahap III pada semua perlakuan. Pada minggu keempat, pada semua perlakuan terlihat sudah ada oosit tahap IV. Pada minggu keenam, terlihat sudah banyak oosit pada tahap IV.

Hasil pengukuran kualitas air pada media pemeliharaan induk selama pemeliharaan yaitu suhu berkisar antara 26,2-27,9 °C. Nilai pH berkisar antara 7,1-7,7 dan oksigen terlarut berkisar antara 5,69-7,94 $mg.L^{-1}$.

Pembahasan

Hormon estradiol-17β pada saat proses reproduksi mempunyai peran sebagai stimulus organ hati untuk menyintesis vitolegenin. Proses sintesis vitelogenin ini merupakan tahapan perkembangan oosit sebelum dilanjutkan dengan tahapan pematangan tahap akhir (Basuki *et al.* 2006). Hormon estradiol-17β diproduksi di oosit pada lapisan granulosa dengan bantuan enzim aromatase (Nagahama *et al.* 1995). Dari hasil percobaan terlihat bahwa tren konsentrasi hormon estradiol-17β pada akhir percobaan mengalami peningkatan bila dibandingkan dengan awal percobaan. Hal ini dikarenakan hormon estradiol-17β pada saat perkembangan oosit (vitelogenesis) diproduksi lebih banyak oleh lapisan granulosa untuk menstimulus hati agar menyintesis vitelogenin. Menurut Basuki *et al*. (2006), pada saat tahap vitelogenesis atau perkembangan oosit akan terjadi peningkatan produksi estradiol-17β.

Stimulus hormon estradiol-17β terhadap organ hati terjadi karena adanya ikatan antara hormon estradiol-17β yang dilepaskan dari lapisan granulosa di oosit dengan reseptor yang ada di sel-sel hepatosit hati. Selanjutnya sel-sel hepatosit akan menyintesis vitelogenin, dimana vitelogenin ini merupakan prekursor kuning telur. Menurut Rawung *et al.* (2020), keberadaan hormon estradiol-17β sangat menentukan aktivitas sintesis vitelogenin oleh hati pada masa reproduksi. Vitelogenin yang dihasilkan oleh hati ini akan diserap oleh oosit yang sedang berkembang dengan ditransportasikan melalui peredaran darah.

Penambahan kombinasi *spirulina* dan hormon estradiol-17β pada pakan tidak memberikan perbedaan yang nyata terhadap rataan diameter telur ikan bada percobaan. Pada distribusi diameter telur memperlihatkan bahwa persentase diameter telur >650 µm pada kelompok percobaan yang diberikan tambahan *spirulina* dan hormon estradiol-17β serta kombinasi keduanya memberikan nilai yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan kontrol. Ukuran telur ini sangat berpengaruh terhadap kualitas telur dan juga sintasan larva nantinya. Menurut Ningrum *et al.* (2019), sintasan larva dengan ukuran telur yang lebih besar akan bernilai lebih tinggi bila dibandingkan dengan ukuran telur yang lebih kecil.

Pada penelitian ini terlihat konsentrasi kolesterol pada plasma darah induk ikan bada menunjukkan pola fluktuasi pada semua kelompok percobaan. Menurut Rawung (2019), fluktuasi konsentrasi kolesterol pada induk ikan diduga merupakan respon

individu terhadap aktivitas reproduksi yang sedang terjadi. Pada akhir percobaan terlihat nilai dari konsentrasi kolesterol mengalami penurunan pada semua kelompok percobaan. Hal ini disebabkan adanya penggunaan kolesterol dalam proses pembentukan hormon steroid yang berperan pada saat reproduksi. Sedangkan menurut (Wahyuningsih *et al.* 2012), penurunan konsentrasi kolesterol dalam darah karena penambahan ukuran diameter telur yang terjadi pada saat perkembangan oosit (vitelogenesis).

Konsentrasi gukosa yang terukur selama penelitian terlihat mengalami penurunan seiring dengan waktu pemeliharaan. Penurunan konsentrasi ini diduga kebutuhan energi yang menurun pada saat akhir masa vitelogenesis menyebabkan penurunan konsentrasi glukosa pada darah (Rawung 2019). Glukosa memiliki peran penting sebagai sumber energi dan merupakan bahan bakar penting untuk metabolime sel. Menurut Wahyuningsih *et al.* (2012), konsentrasi glukosa dalam plasma darah dapat digunakan sebagai indikator selama proses reproduksi. Pada ikan yang normal, kadar glukosa darah ikan sebesar 40-90 mg dL^{-1} (Nasichah *et al.* 2016; Zahri *et al.* 2018).

Dari hasil histologis gonad terlihat bahwa seiring dengan waktu pemeliharaan induk ikan bada, semakin bertambah besar diameter oosit. Pada awal percobaan terlihat pada ovarium masih ada oosit tahap II. Menurut Longenecker *et al.* (2020), oosit pada tahap II (*Yolk Vesicle*) ditandai dengan bentuk nukleus yang tidak beraturan, sitoplasma terlihat lebih gelap dan pada stadia oosit tahap II akhir zona radiata akan terlihat. Pada minggu kedua, oosit sudah berada pada tahap III pada semua perlakuan. Oosit tahap III ditandai dengan adanya butiran kuning telur, sitoplasma lebih terang bila dibandingkan tahap II, dan zona radiata dan folikel terlihat lebih jelas (Longenecker *et al.* 2020). Pada minggu keempat dan keenam, oosit sudah ada pada tahap IV, dimana pada stadia ini nukleus sebagian tidak terlihat di oosit. Dari hasil pengamatan histologis gonad, terlihat bahwa perkembangan ovarium ikan bada termasuk tipe *asynchronous*. Hal ini dikarenakan dari preparat histologis gonad ditemukan beberapa tahap perkembangan oosit yang berbeda dalam suatu ovarium. Menurut Zulfadhli *et al.* (2016), ikan *Rasbora lateristriata* termasuk kelompok ikan dengan pola asinkronous, artinya folikel telur mempunyai fase yang berbeda dalam satu ovarium di dalam waktu yang sama.

Kualitas air selama pemeliharaan induk ikan bada menunjukkan kondisi yang baik dan mendukung kehidupan ikan. Dari hasil pengukuran terlihat suhu media pemeliharaan berkisar antara 26,2-27,9 °C, kisaran suhu tersebut masih dalam kisaran suhu untuk pemeliharaan ikan bada. Pada penelitian yang dilakukan oleh Rosadi *et al*. (2014), kisaran suhu air untuk tempat hidup ikan bada adalah 25,5-31,6 °C. Nilai pH media pemeliharaan induk dan penetasan telur antara 7,1-7,7. Nilai oksigen terlarut media pemeliharaan induk 5,69-7,94 mg L^{-1}. Kisaran pH dan oksigen terlarut yang didapat masih dalam

kisaran yang mendukung untuk kegiatan pemeliharaan dan penetasan, dimana menurut SNI (1999) nilai pH untuk pemijahan dan penetasan telur pada ikan cyprinidae adalah 6,5-8,5, sedangkan nilai oksigen terlarut minimal 5 mg L^{-1}.

Simpulan

Pemberian kombinasi *spirulina* dan hormon estradiol-17β yang ditambahkan pada pakan memberikan hasil yang tidak berbeda nyata terhadap biokimia plasma darah induk ikan bada. Penambahan hormon estradiol-17β pada pakan meningkatkan kadar hormon estradiol-17β pada plasma tubuh ikan bada. Pengamatan histologis perkembangan gonad menunjukkan bahwa gonad ikan bada termasuk tipe yang *asynchronous*.

Persantunan

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penelitian dan pembuatan naskah ini, sehingga akhirnya bisa menghasilkan naskah ini. Secara khusus terima kasih kami sampaikan kepada Dr. Haryono, MSi. dari Pusat Riset Biologi, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) yang telah membantu dalam identifikasi ikan bada penelitian.

Daftar pustaka

Abrar M., Defira CN, Hasri I. 2018. Pematangan gonad induk ikan depik *Rasbora tawarensis* dengan pemberian hormon PMSG+AD melalui pakan. *Jurnal Ilmu Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*. 3(3): 127–135. Retrieved from http://www.jim.unsyiah.ac.id/fkp/article/view/12413.

Al Adawiyah L, Sulmartiwi L, Bodur T, Budi DS. 2019. Induction of spermiation using Ovaprim™ with topical gill method in the silver rasbora (*Rasbora argyrotaenia*). *Theriogenology*. 126: 172–176. DOI:10.1016/j.theriogenology.2018.12.014.

Ahlina HF, Sudrajat AO, Budiardi T, Affandi R. 2015. Induksi pematangan gonad secara hormonal pada ikan sidat, *Anguilla bicolor bicolor* McClelland 1844 dengan penggunaan Pregnant Mare Serum Gonadotropin, anti dopamin, dan recombinant Growth Hormone. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 15(3):209–221.

Basuki F, Zairin Jr M, Sudradjat AO, Yusuf TL, Purwantara B, Toelihere MR. 2006. Pengaruh inhibitor aromatase (IA) terhadap perkembangan oosit pada ikan mas koki (*Carassius auratus*). *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*. 13(2):171–175.

Dina R, Boer M, Butet NA. 2011. Profil ukuran panjang dan tingkat kematangan gonad ikan bada (*Rasbora argyrotaenia*) pada alat tangkap yang berbeda di Danau Maninjau. *Oseanografi & Limnologi di Indonesia*. 37(1): 1-22.

Kottelat M, Whitten AJ, Kartikasari SN, Wirjoatmodjo S. 1993. *Freshwater fishes of western Indonesia and Sulawesi* (Ikan air tawar Indonesia Bagian Barat dan Sulawesi). Periplus Editions Ltd. Indonesia. 377p.

Lestari TP, Sudrajat AO, Budiardi T. 2016. Kombinasi penambahan suplemen spirulina *Spirulina plantensis* dan kunyit *Curcuma longa* dalam pakan dan induksi hormonal untuk meningkatkan kinerja reproduksi ikan tengadak *Barbonymus schwanenfeldii* (Bleeker, 1854). *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 16(3):299-308.

Longenecker K, Pauahi B, Museum B, Langston R, Franklin EC. 2020. Standard Operating Procedure for Histology- based Rapid Reproductive

Analysis of Tropical Fishes. 87p. DOI:10.13140/RG.2.2.32587.21288/2.

Nagahama Y, Yoshikuni M, Yamashita M, Tokumoto T, Katsu Y. 1995. Regulation of oocyte growth and maturation in fish. *Current Topics in Development Biology*. 30: 103–145. DOI:10.1016/S0070-2153(08)60565-7.

Nasichah Z, Widjanarko P, Kurniawan A, Arfiati D. 2016. Analisis kadar glukosa darah ikan tawes (*Barbonymus gonionotus*) dari bendung Rolak Songo Hilir Sungai Brantas. *In:* Nugraha WA, Siswanto AD (editor). *Prosiding Seminar Nasional Kelautan 2016*: 328–333.

Ningrum DRK, Budi DS, Sulmartiwi L. 2019. Induksi pemijahan ikan wader pari (*Rasbora argyrotaenia*) menggunakan OvaprimTM dengan dosis berbeda. *Depik Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*, 8(2): 117–124. DOI:10.13170/depik.8.2.14076.

Rawung LD. 2019. Pengaruh kombinasi kurkumin dan hormon tiroksin pada penampilan reproduksi induk dan pertumbuhan larva ikan lele (*Clarias gariepinus*). *Disertasi*. Institut Pertanian Bogor.

Rawung LD, Ekastuti DR, Zairin Jr M, Rahminiwati M, Sunarma A, Manalu W. 2020. Reproductive performances and egg qualities in african catfish (*Clarias gariepinus)* broodstock suplemented with curcumin and thyroxine hormone. *Omni Akuatika*. 18(1): 32–47.

Rosadi E, Yuli EH, Setyohadi D, Bintoro G. 2014. Distribution, composition, and abiotic environment of silver rasbora (*Rasbora argyrotaenia* Blkr) fish in upstream areas of Bariota watershed, South Kalimantan. *Journal of Environment and Ecology*. 5(1): 117-131.

Said DS, Mayasari N. 2010. Pertumbuhan dan pola reproduksi ikan bada *Rasbora argyrotaenia* pada rasio kelamin yang berbeda. *Limnotek*: 17(2): 201-209.

Sembiring SBM, Priyono A, Hutapea JH, Setiadharma T. 2013. Determinasi jenis kelamin pada ikan kerapu sunu (*Plectropomus leopardus*) dengan uji serologi. *Jurnal Riset Akuakultur*. 8(2): 181–189. DOI:10.15578/jra.8.2.2013.181-189.

Sinjal H, Ibo F, Pangkey H. 2014. Evaluasi kombinasi pakan dan estradiol-17β terhadap pematangan gonad dan kualitas telur ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal LPPM Bidang Sains dan Teknologi*. 1(1): 97-112.

SNI: 01-6133. 1999. SNI Produksi benih ikan mas (*Cyprinus carpio* Linneaus) strain Majalaya kelas benih sebar. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.

Volkoff H., London S. 2018. Nutrition and reproduction in fish. *In*: Skinner MA (ed.). *Encyclopedia of Reproduction*. Elsevier, Amsterdam. pp. 743–748. DOI:10.1016/B978-0-12-809633-8.20624-9.

Wahyuningsih H, Zairin Jr M, Sudrajat AO, Tumbelaka LITA, Manalu W. 2012. Perubahan plasma darah dan kematangan gonad pada ikan betina *Tor soro* di kolam pemeliharaan. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 12(1): 25–34.

Zahri A, Sudrajat AO, Zairin Jr M. 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(1): 57–67. DOI:10.32491/jii.v18i1.374.

Zulfadhli, Wijayanti N, Retnoaji B. 2016. Perkembangan ovarium ikan wader pari (*Rasbora lateristriata* Bleeker, 1854): Pendekatan histologi. *Jurnal Perikanan Tropis*. 3(1): 32–39.