



LIMNOTEK
Perairan Darat Tropis di Indonesia
p-ISSN: 0854-8390 e-ISSN: 2549-8029
limnotek.limnologi.lipi.go.id



Kinerja Reproduksi Induk Ikan Bada *Rasbora argyrotaenia* (Bleeker, 1849) Melalui Pemberian Kombinasi Estradiol dan Spirulina dalam Pakan

Ira Akhdiana¹, Muhammad Zairin Junior², Gadis Sri Haryani¹, Muhammad Agus Suprayudi²

¹Pusat Riset Limnologi, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN),

²Departemen Budi Daya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,
Institut Pertanian Bogor

Email: muhammadsu@apps.ipb.ac.id

Diajukan 20 Juni 2021. Ditelaah 20 Oktober 2021. Disetujui 7 Desember 2021

Abstrak

Ikan Bada (*Rasbora argyrotaenia*) merupakan salah satu jenis ikan dari Danau Maninjau, Sumatra Barat, yang mempunyai nilai ekonomi tinggi. Upaya peningkatan kemampuan reproduksi induk ikan Bada dilakukan dengan cara memperbaiki kualitas pakannya melalui penambahan nutrisi dan rangsangan hormonal pada pakan ikan. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kinerja reproduksi induk ikan Bada dengan pemberian kombinasi hormon estradiol-17 β dan spirulina dalam pakan. Perlakuan yang diuji dalam penelitian ini meliputi pakan kontrol tanpa penambahan hormon estradiol-17 β dan spirulina (P0), penambahan hormon estradiol-17 β sebesar 7 μ g/kg pakan (P1), penambahan spirulina sebesar 30 g/kg pakan (P2), dan penambahan kombinasi hormon estradiol-17 β sebesar 7 μ g/kg pakan dan spirulina 30 g/kg pakan (P3). Penelitian eksperimental ini menggunakan metode rancangan acak lengkap dengan empat perlakuan dan empat ulangan. Nilai fekunditas relatif dihitung dengan cara membandingkan antara jumlah telur dan bobot induk ikan. Nilai fekunditas didapat dengan metode gravimetrik. Hasil penelitian menunjukkan fekunditas relatif bernilai 730–1.126 butir/kg bobot induk, derajat pembuahan bernilai 80,91–92,90%, dan derajat penetasan 59,7–84,0%. Nilai indeks perkembangan gonad semakin meningkat seiring dengan laju perkembangan gonad karena terjadi proses perkembangan oosit yang menyebabkan ukuran ovarium membesar pada induk ikan. Nilai fekunditas relatif pada percobaan P2 dan P3 lebih tinggi dibandingkan dengan P0 dan P1. Hal ini dikarenakan peningkatan sintesis vitelogenin diikuti dengan peningkatan jumlah oosit yang akan menyerap vitelogenin tersebut. Penelitian ini membuktikan bahwa penambahan hormon estradiol-17 β dan spirulina ke dalam pakan dapat meningkatkan kemampuan reproduksi dan kualitas telur ikan Bada.

Kata kunci: ikan Bada *Rasbora argyrotaenia*, estradiol-17 β , spirulina, reproduksi, Danau Maninjau

Abstract

Reproductive Performance of Bada Fish *Rasbora argyrotaenia* (Bleeker, 1849) Through Combination of Estradiol and Spirulina in Feed. Bada fish (*Rasbora argyrotaenia*) is a type of fish from Lake Maninjau, West Sumatra, which has high economic value. Efforts to increase the reproductive ability of Bada broodstock were carried out by improving the quality of the feed through the addition of nutrients and hormonal stimulation to fish feed. This study aimed to improve the reproductive performance of female Bada broodstock by providing a combination of the estradiol-17 β hormone and spirulina in the feed. The treatments tested in this study included control feed without the addition of the estradiol-17 β hormone and spirulina (P0), the addition of the estradiol-17 β hormone at 7 g/kg of feed (P1), the addition of spirulina at 30 g/kg of feed (P2), and the addition of a combination of estradiol-17 β hormone and spirulina at 7 g/kg feed and 30 g/kg feed, respectively (P3). This experimental study used a completely randomized design method with four treatments and four replications. The relative fecundity value was calculated by comparing the number of eggs and the weight of the brood fish. Fecundity value was obtained by the gravimetric method. The results showed that the relative fecundity was 730–1,126 eggs/kg brood weight, the degree of fertilization was 80.91–92.90%, and the hatching rate was 59.7–84.0%. The value of the gonadal development index increased along with the rate of gonadal development due to the process of oocyte development which caused the size of the ovaries to increase in the female fish. The relative fecundity values in the experiments P2 and P3 were higher than those in P0 and P1. This is because the increase in vitellogenin synthesis was followed by an increase in the number of oocytes that will absorb the vitellogenin. This study proves that the addition of the estradiol-17 β hormone and spirulina into the feed can improve the reproductive ability and egg quality of Bada fish.

Keywords: Bada fish *Rasbora argyrotaenia*, 17 β -estradiol, spirulina, reproduction, Lake Maninjau

Pendahuluan

Ikan Bada (*Rasbora argyrotaenia*) merupakan salah satu ikan dari Danau Maninjau, Sumatra Barat, yang mempunyai nilai ekonomi penting. Harga ikan Bada berkisar Rp40.000–100.000 per kg ikan segar dan bisa mencapai Rp300.000 per kg untuk ikan Bada asap. Harga jual yang cukup tinggi membuat ikan ini menjadi salah satu target buruan para nelayan di Danau Maninjau. Laju penangkapan ikan Bada yang semakin meningkat dikhawatirkan akan mengancam keberadaan ikan ini di habitat alaminya. Salah satu upaya untuk mengatasi masalah penurunan populasi ikan Bada yaitu dengan cara membudidayakannya. Akan tetapi, informasi penting mengenai aspek fisiologi ikan Bada ini masih belum tersedia, seperti

karakteristik reproduksi, termasuk perkembangan gonadnya.

Perkembangan gonad merupakan tahap penting yang dilalui ikan sebelum proses pemijahan. Periode perkembangan gonad sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya yaitu asupan nutrisi. Mulai dari periode ikan memasuki fase dewasa, hasil metabolisme dari asupan nutrisi juga dipergunakan untuk proses perkembangan gonadnya. Menurut Volkoff dan London (2018), kebutuhan nutrisi pada ikan berhubungan dengan pertumbuhan dan faktor reproduksinya, seperti perkembangan gonad, kinerja reproduksi, kualitas, dan kuantitas telur serta anak-anak ikan yang dihasilkan.

Upaya yang umum dilakukan untuk meningkatkan kemampuan reproduksi induk ikan adalah dengan cara memperbaiki

kualitas pakannya. Salah satunya dengan menambahkan spirulina pada pakan ikan (Nainggolan *et al.*, 2015; Mayasari, 2012; Meng-Umphan, 2009). Spirulina merupakan mikroalga yang memiliki kandungan protein cukup tinggi, yaitu sekitar 55–70% (Christwardana *et al.*, 2013). Komponen yang terkandung dalam spirulina adalah protein, asam lemak esensial, vitamin, mineral, klorofil, dan fikosianin atau zat warna alami. Penambahan suplemen spirulina sebanyak 3% pada pakan dan aplikasi hormon LHRHa telah terbukti meningkatkan pertumbuhan dan pematangan induk ikan *Pangasius bocourti* (Meng-Umphan, 2009). Pada penelitian yang dilakukan oleh Lestari *et al.* (2016), penambahan spirulina 3% per kg dan kunyit dalam pakan yang dikombinasikan dengan penyuntikan oodev dapat meningkatkan kinerja reproduksi ikan di luar musim pemijahan.

Selain perbaikan nutrisi pada pakan saat perkembangan organ-organ reproduksi, metode rekayasa hormonal berupa pemberian hormon eksogen juga bisa dilakukan. Rekayasa hormonal ini merupakan upaya untuk memengaruhi sistem kerja hormon yang berkaitan dengan proses reproduksi pada ikan. Upaya hormonal ini bertujuan untuk mempercepat kematangan gonad dan pemijahan, atau membantu pemijahan pada ikan-ikan yang sulit memijah di luar habitat pemijahannya. Hormon eksogen yang banyak digunakan untuk mempercepat proses pematangan gonad pada ikan yaitu estradiol-17 β . Menurut Sinjal *et al.* (2014), pemberian pakan komersial dan penyuntikan hormon estradiol-17 β dengan dosis 250 $\mu\text{g}/\text{kg}$ bobot tubuh ikan menghasilkan kombinasi perlakuan terbaik dalam nilai pembuahan telur, daya tetas telur, dan sintasan larva. Pada penelitian ini, penambahan kombinasi

spirulina dan hormon estradiol-17 β pada pakan diharapkan menghasilkan nilai positif pada proses reproduksi ikan Bada. Berkaitan dengan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kinerja reproduksi induk ikan Bada (*Rasbora argyrotaenia*) dengan pemberian kombinasi hormon estradiol-17 β dan spirulina pada pakan.

Bahan dan Metode

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan dari bulan Juli sampai Oktober 2020 di Laboratorium Reproduksi dan Genetika Organisme Akuatik, Laboratorium Nutrisi Ikan, Laboratorium Kesehatan Ikan, Departemen Budi Daya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor dan Pusat Penelitian Limnologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI).

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas empat perlakuan dengan empat ulangan. Perlakuan yang diuji dalam penelitian ini meliputi empat kombinasi penambahan hormon estradiol-17 β dan spirulina yang berbeda yang ditambahkan ke dalam pakan (Tabel 1). Jumlah hormon estradiol-17 β yang ditambahkan mengacu pada penelitian Sinjal *et al.* (2014), yaitu sebanyak 250 $\mu\text{g}/\text{kg}$ bobot tubuh ikan. Jumlah hormon yang ditambahkan ke dalam pakan dihitung dengan cara mengonversi dosis hormon per bobot tubuh ke jumlah hormon per kg pakan. Jumlah spirulina yang ditambahkan mengacu pada penelitian Lestari *et al.* (2016), dengan dosis spirulina per bobot tubuh dikonversi menjadi per kg pakan.

Tabel 1. Perlakuan kombinasi hormon estradiol-17 β dan spirulina dalam pakan

Perlakuan	Keterangan
P0	Tanpa penambahan estradiol-17 β dan spirulina (kontrol)
P1	Penambahan 7 μ g estradiol-17 β per kg pakan
P2	Penambahan 30 g spirulina per kg pakan
P3	Penambahan 7 μ g estradiol-17 β dan 30 g spirulina per kg pakan

Materi Uji

Induk ikan Bada yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari kolam budi daya Unit Pelaksana Teknis Loka Alih Teknologi Penyehatan Danau (UPT-LATPD) Maninjau, Sumatra Barat dan sudah dipelihara di kolam pemeliharaan Pusat Penelitian Limnologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Induk ikan tersebut berjumlah 112 ekor dan memiliki bobot rata-rata $4,63 \pm 1,73$ g. Hormon estradiol-17 β yang ditambahkan ke dalam pakan berasal dari Argent Laboratories Inc., Filipina, sedangkan spirulina yang digunakan adalah *Spirulina platensis* berbentuk serbuk yang berasal dari The Little Herbalist, Indonesia.

Pakan Uji

Pakan yang digunakan adalah pakan komersial dengan kadar protein 39–41% dan lemak 5% yang diberi tambahan kombinasi hormon estradiol-17 β dan spirulina, dan selanjutnya dibentuk ulang menjadi pelet (*repelleting*). Penggunaan pakan dengan kadar protein tinggi dimaksudkan untuk memenuhi kebutuhan protein induk ikan pada saat pematangan gonad. Pakan komersial digiling sampai berbentuk tepung, selanjutnya kombinasi hormon estradiol-17 β dan spirulina ditambahkan sesuai dengan dosis perlakuan. Hormon estradiol-17 β dilarutkan terlebih dahulu ke dalam alkohol 96% sebanyak 100 ml sebelum ditambahkan ke dalam pakan. Pakan kemudian diaduk sampai merata, lalu dicetak lagi menggunakan mesin pencetak pellet, selanjutnya dikeringkan di oven pada suhu 60°C selama 12 jam.

Pemeliharaan

Wadah yang digunakan untuk memelihara ikan yaitu akuarium berukuran 100 \times 50 \times 50 cm³ sebanyak 16 unit dengan volume air 150 L dan diberi aerasi. Induk ikan Bada dipelihara dengan kepadatan 7 ekor per akuarium. Pemberian ovaprimTM kemudian dilakukan untuk memacu proses pematangan akhir dan merangsang ovulasi, serta mengacu pada metode yang diterapkan oleh Al Adawiyah *et al.* (2019). OvaprimTM dengan dosis 0,9 μ l/g bobot ikan dimasukkan ke dalam mulut induk ikan Bada menggunakan mikropipet. Kemudian, pengurutan (*stripping*) segera dilakukan setelah pemberian ovaprimTM untuk mengosongkan ovarium dan menyeragamkan kondisi induk ikan pada awal percobaan.

Setelah pengurutan, induk ikan Bada dipelihara dalam akuarium percobaan selama enam pekan dan diberi pakan pelet sesuai dengan masing-masing perlakuan. Ikan diberi pakan dua kali sehari, yaitu pada pukul 07.30 dan 16.30 WIB dengan *feeding rate* sebesar 3%. Pengukuran kualitas air berupa suhu air, *dissolved oxygen* (DO), dan pH dilakukan pada pagi hari jam 08.00–09.00. Pengukuran dilakukan setiap tiga hari sekali. Semua data yang terkumpul dicatat dalam buku harian (*logbook*).

Pengambilan Sampel

Pada awal pemeliharaan (pekan ke-0), pengambilan sampel kedua (pekan ke-2), pengambilan sampel ketiga (pekan ke-4), dan pengambilan sampel keempat (pekan ke-6), masing-masing tiga ekor ikan diambil secara acak dari 16 akuarium percobaan untuk mengukur panjang dan

bobot ikan. Selain itu, bobot gonad dan hati dari setiap akuarium percobaan diukur dari satu ekor ikan. Dengan demikian, pada akhir percobaan tersisa tiga ekor induk ikan Bada yang akan digunakan untuk uji coba pemijahan dalam setiap akuarium percobaan. Sebelum pengambilan sampel dilakukan, ikan dianestesi menggunakan *Special Arowana Stabilizer* dengan dosis 1 ml per 3 L air dengan masa perendaman selama ± 2 menit.

Setelah pengambilan sampel pada pekan ke-6 pemeliharaan, sebanyak 9 ekor ikan Bada jantan dimasukkan ke dalam setiap akuarium percobaan untuk proses pemijahan (rasio ikan betina : jantan = 1:3). Bobot ikan jantan yang digunakan berkisar 2,21–7,38 g. Setelah terjadi pemijahan, persentase induk ikan yang berovulasi, nilai derajat pembuahan (*Fertilization Rate*, FR), dan nilai derajat penetasan (*Hatching Rate*, HR) dihitung. Satu hari setelah pemijahan, sebanyak 100 butir telur yang telah dibuahi dari masing-masing perlakuan ditetaskan di dalam akuarium berukuran $20 \times 20 \times 20$ cm³, kemudian derajat penetasan dihitung. Nilai indeks perkembangan gonad (*Gonadosomatic Index*, GSI), indeks perkembangan hati (*Hepatosomatic Index*, HSI), dan nilai fekunditas relatif diukur pada gonad dan hati yang telah diawetkan. Selain itu, penghitungan nilai persentase induk ovulasi (PIO), derajat pembuahan, dan derajat penetasan juga dilakukan.

Parameter Uji

Nilai GSI (%) dihitung dengan cara membandingkan bobot gonad dengan bobot tubuh ikan (Hismayasari *et al.*, 2015).

$$GSI = \frac{\text{bobot gonad}}{\text{bobot tubuh ikan}} \times 100$$

Nilai HSI (%) dihitung dengan cara membandingkan bobot hati dengan bobot tubuh ikan (Hismayasari *et al.*, 2015).

$$HSI = \frac{\text{bobot hati}}{\text{bobot tubuh ikan}} \times 100$$

Fekunditas relatif merupakan perbandingan antara jumlah telur dan satuan bobot induk ikan (Rahardjo & Simanjuntak, 2007). Nilai fekunditas relatif dihitung menggunakan metode gravimetrik pada sampel yang diambil, yaitu dengan cara menghitung jumlah telur dari sebagian gonad yang diambil (sampel). Jumlah telur yang didapat dikalikan dengan perbandingan antara bobot gonad total dan bobot sampel gonad.

Persentase Induk Ovulasi (PIO, %) diperoleh dengan menghitung jumlah induk yang berovulasi dibagi dengan jumlah induk yang dipijahkan.

$$PIO = \frac{\text{jumlah induk berovulasi}}{\text{jumlah induk dipijahkan}} \times 100$$

Nilai derajat pembuahan (DB, %) dihitung dengan cara membandingkan jumlah telur yang dibuahi dengan jumlah telur yang diinkubasi (Lismawati *et al.*, 2016).

$$DB = \frac{\text{jumlah telur dibuahi}}{\text{jumlah telur diinkubasi}} \times 100$$

Nilai derajat penetasan (DT, %) dihitung dengan cara membandingkan jumlah telur yang menetas dengan jumlah telur yang terbuahi (Lismawati *et al.*, 2016).

$$DT = \frac{\text{jumlah telur menetas}}{\text{jumlah telur terbuahi}} \times 100$$

Analisis Data

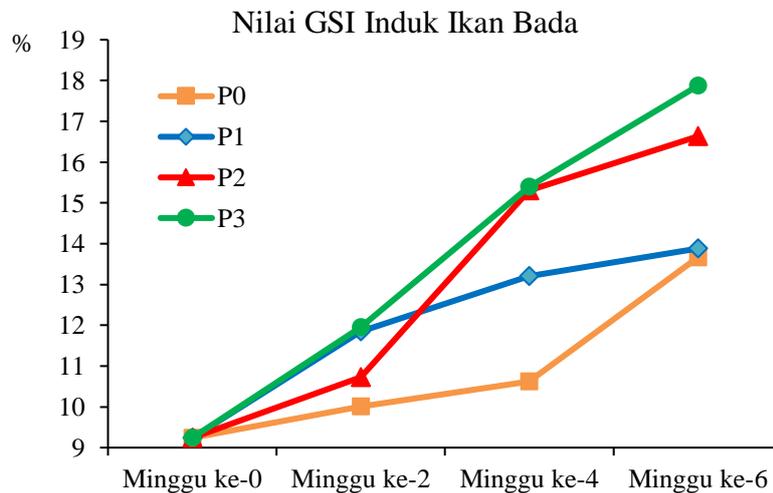
Data yang diperoleh diolah menggunakan Microsoft Excel 2010 dan selanjutnya dianalisis dengan analisis ragam (ANOVA) menggunakan SPSS 18 pada tingkat kepercayaan 95%. Jika terdapat perbedaan yang nyata antara perlakuan, analisis dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) dengan $\alpha = 0,05$.

Hasil

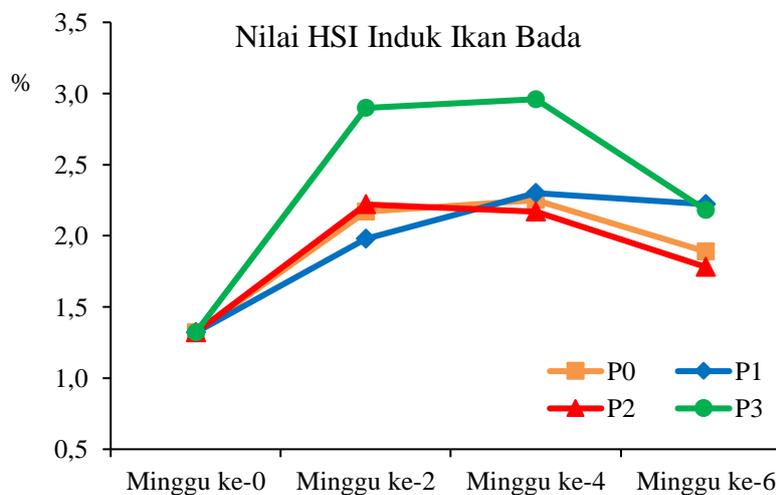
Nilai GSI pada induk ikan Bada setelah enam pekan pemeliharaan diperlihatkan di dalam Gambar 1. Nilai GSI rata-rata induk ikan Bada pada awal percobaan yaitu $9,24 \pm 0,26\%$. Pada pekan kedua, nilai GSI semua perlakuan terlihat mengalami peningkatan bila dibandingkan dengan nilai GSI awal. Secara statistik, nilai GSI pekan kedua tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) antara semua perlakuan. Begitu juga dengan nilai GSI pada pekan keempat dan keenam, namun menunjukkan pola peningkatan nilai GSI. Setelah enam pekan pemeliharaan atau pada akhir percobaan,

secara statistik nilai GSI antara semua perlakuan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$).

Nilai HSI pada induk ikan Bada setelah enam pekan pemeliharaan diperlihatkan di dalam Gambar 2. Nilai HSI induk ikan Bada pada awal pemeliharaan adalah $1,32 \pm 0,24\%$. Nilai HSI rata-rata pada pekan kedua dan keempat pada semua perlakuan menunjukkan peningkatan, sedangkan pada pekan keenam nilai HSI semua perlakuan terlihat mengalami penurunan. Analisis statistik nilai HSI menunjukkan tidak ada perbedaan nyata antara semua perlakuan ($P > 0,05$) baik pada pekan kedua, keempat, maupun keenam.



Gambar 1. Nilai GSI induk ikan Bada selama enam pekan pemeliharaan



Gambar 2. Nilai HSI induk ikan Bada selama enam pekan pemeliharaan

Nilai fekunditas relatif dan persentase induk ovulasi dari masing-masing perlakuan ditunjukkan di dalam Tabel 2. Dari hasil percobaan terlihat bahwa nilai fekunditas relatif berbeda nyata antarperlakuan ($P < 0,05$). Perlakuan P2 dan P3 lebih tinggi dari perlakuan kontrol (P0) dan juga P1. Dari hasil penelitian pemberian hormon estradiol-17 β dan spirulina dalam pakan terlihat nilai PIO tidak berbeda nyata antarperlakuan ($P > 0,05$).

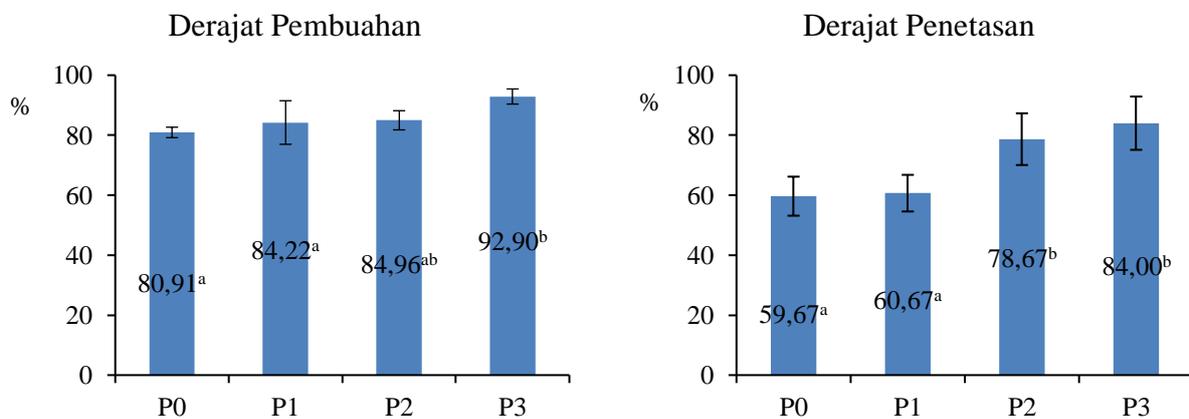
Gambar 3 memperlihatkan bahwa nilai derajat pembuahan dan penetasan berbeda nyata antarperlakuan ($P < 0,05$). Dari uji statistik, terlihat bahwa perlakuan P3 tidak berbeda nyata dari perlakuan P2,

akan tetapi berbeda nyata dari perlakuan P0 dan P1 ($P < 0,05$). Begitu pula dengan nilai derajat penetasan, perlakuan P2 dan P3 tidak berbeda nyata, akan tetapi berbeda nyata dari perlakuan P0 dan P1 ($P < 0,05$).

Hasil pengukuran kualitas air pada akuarium pemeliharaan induk dan akuarium penetasan telur diperlihatkan di dalam Tabel 3. Pada akuarium pemeliharaan induk, suhu berkisar 26,2–27,9°C, pH antara 7,1 dan 7,7, sedangkan oksigen terlarut (DO) berkisar 5,69–7,94 mg/L. Adapun pada akuarium penetasan telur, nilai suhu, pH, dan DO berturut-turut adalah 26,8–27,7°C, 7,1–7,6 dan 7,33–7,92 mg/L.

Tabel 2. Nilai fekunditas relatif dan PIO induk ikan Bada pada semua perlakuan

Parameter	Perlakuan			
	P0	P1	P2	P3
Fekunditas relatif (/g)	800 ± 128 ^a	730 ± 141 ^a	1061 ± 104 ^b	1126 ± 144 ^b
PIO (%)	100 ± 0 ^a	66,7 ± 33,3 ^a	100 ± 0 ^a	100 ± 0 ^a



Gambar 3. Nilai derajat pembuahan (%) dan derajat penetasan (%) pada setiap perlakuan, huruf superskrip berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,05$)

Tabel 3. Kualitas air pada media pemeliharaan ikan Bada selama penelitian

Media	Parameter		
	Suhu (°C)	pH	DO (mg/l)
Akuarium pemeliharaan induk	26,2–27,9	7,1–7,7	5,69–7,94
Akuarium penetasan telur	26,8–27,7	7,1–7,6	7,33–7,92

Pembahasan

Selama enam pekan pemeliharaan tampak bahwa peningkatan nilai GSI pada perlakuan P2 dan P3 jauh lebih tinggi daripada P0 dan P1 seiring dengan waktu pemeliharaan (Gambar 1). Nilai GSI perlakuan P3 pada pekan ke-6 meningkat sebesar 93,4%, perlakuan P2 meningkat 80%, perlakuan P1 sebesar 50,2% dan P0 sebesar 47,9% dibandingkan nilai GSI pada awal pemeliharaan. Peningkatan GSI pada P2 dan P3 yang lebih besar menunjukkan peran besar penambahan spirulina terhadap perkembangan gonad ikan Bada. Spirulina yang mengandung asam lemak esensial seperti *gamma-linolenic acid* yang merupakan prekursor prostaglandin tubuh (PGE1) akan memengaruhi metabolisme, pematangan gonad dan steroidogenesis, serta mempercepat proses reproduksi pada ikan (Lestari *et al.* 2016). Selain itu, kandungan asam lemak esensial yang terdapat pada spirulina dapat meningkatkan kualitas vitelogenin yang akan diserap oleh oosit, dan kemudian digunakan pada saat perkembangan embrio hingga menetas menjadi larva (Nainggolan *et al.*, 2015). Kandungan nutrisi yang terkandung di dalam spirulina yaitu protein, asam lemak esensial, vitamin, mineral, klorofil, dan fikosianin (Christwardana *et al.*, 2013). Kandungan protein pada *Spirulina platensis* sebesar 60%, asam lemak esensial 2,6%, mineral 3–7%, klorofil 1,5%, dan fikosianin 6,7–11,7%. Nilai GSI kontrol (P0) pada pekan ke-6 juga meningkat bila dibandingkan dengan awal pemeliharaan. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas air dan pakan yang diberikan dapat mendukung perkembangan gonad ikan Bada di akuarium pemeliharaan.

Peningkatan nilai GSI menunjukkan terjadi proses perkembangan ukuran oosit yang menyebabkan ovarium membesar pada induk ikan Bada. Penambahan hormon estradiol-17 β menyebabkan stimulus bagi hati untuk menghasilkan vitelogenin yang merupakan produk utama dalam proses vitelogenesis. Menurut Sinjal *et al.* (2014),

peningkatan konsentrasi hormon estradiol-17 β dalam darah akan memacu hati untuk melangsungkan proses vitelogenesis yang akan mempercepat proses pematangan gonad. Sementara itu, penambahan spirulina yang mengandung asam lemak esensial akan memengaruhi sifat fluiditas membran sel, sehingga menjadi lebih baik yang mengakibatkan vitelogenin lebih mudah masuk dan diserap oleh oosit yang sedang berkembang (Mayasari, 2012). Selain itu, kandungan asam lemak esensial yang terdapat pada spirulina dapat meningkatkan kualitas vitelogenin yang akan diserap oleh oosit, dan kemudian digunakan pada saat perkembangan embrio sampai menetas menjadi larva (Nainggolan *et al.*, 2015).

Nilai HSI rata-rata pada pekan kedua dan keempat pada semua perlakuan memperlihatkan peningkatan. Hal ini menunjukkan keberadaan sintesis vitelogenin di dalam hati. Vitelogenesis yang berlangsung di dalam hati tersebut membuat ukuran hati menjadi lebih besar sejalan dengan perkembangan gonad pada ikan. Menurut Rawung (2019), selama vitelogenesis terjadi peningkatan ukuran vakuola hati yang meningkatkan kapasitas sel-sel hati untuk menyimpan material organik, seperti vitelogenin sebelum disekresikan ke dalam peredaran darah. Aktivitas hati dalam menyintesis vitelogenin pada ikan Bada ini akan meningkatkan nilai HSI. Siregar (1999) menambahkan, aktivitas sintesis vitelogenin akan menyebabkan kenaikan nilai HSI akibat penambahan bobot dan volume hati.

Pada pekan keenam terlihat nilai HSI semua perlakuan mengalami penurunan. Hal ini diduga karena proses penyerapan vitelogenin yang ada di peredaran darah oleh oosit sudah selesai. Menurut Rachman (2013), perkembangan telur pada tahap penyerapan vitelogenin akan berhenti ketika oosit sudah mencapai ukuran maksimal. Proses penyerapan vitelogenin yang sudah selesai oleh oosit akan membuat nilai HSI menjadi turun. Namun, menurut

Sudarshan dan Kulkarni (2013), penurunan nilai HSI disebabkan oleh penggunaan energi yang disimpan di hati untuk proses perkembangan ovarium.

Pemberian kombinasi hormon estradiol-17 β dan spirulina (perlakuan P3) dan pemberian spirulina saja (P2) pada penelitian ini memberikan efek berupa peningkatan sintesis vitelogenin yang diikuti dengan peningkatan jumlah oosit yang akan menyerap vitelogenin tersebut. Menurut Rawung (2019), peningkatan nilai fekunditas relatif diduga akibat terjadi kenaikan sintesis vitelogenin yang meningkatkan jumlah oosit yang mengandung vitelogenin. Dewantoro (2015) menambahkan bahwa sintesis vitelogenin yang aktif di hati menyebabkan pertambahan jumlah sel bakal telur (*germ cell*) dalam ovarium yang diisi oleh vitelogenin.

Penelitian ini memperlihatkan bahwa nilai persentase induk ovulasi (PIO) untuk semua perlakuan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$). Semua perlakuan memiliki PIO yang bernilai 100%, kecuali perlakuan P1. Menurut Nur *et al.* (2017), ovulasi adalah proses pengeluaran telur ke rongga ovarium atau rongga perut setelah dinding folikel oosit pecah dan diikuti dengan pemijahan berupa pengeluaran telur dari rongga ovarium (tubuh) ke lingkungan.

Proses pembuahan pada ikan terjadi pada saat spermatozoa masuk ke dalam telur melalui lubang mikrofil yang terdapat di lapisan khorion (Effendi, 1997). Dari hasil penelitian ini, terlihat bahwa pemberian kombinasi hormon estradiol-17 β dan spirulina memberikan nilai derajat pembuahan yang paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Menurut Burmansyah *et al.* (2013), nilai derajat pembuahan sangat dipengaruhi oleh faktor kualitas telur dan spermatozoa. Dalam penelitian ini, pemberian kombinasi hormon estradiol-17 β dan spirulina memberikan hasil yang lebih baik pada kualitas telur dengan nilai fekunditas relatif yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Nilai fekunditas hasil

penelitian ini berkisar 3.379–5.213 butir, yang lebih tinggi daripada penelitian Brojo *et al.* (2001) di Danau Laut Tawar yang mendapatkan nilai fekunditas ikan *Rasbora tawarensis* di habitat alamnya berkisar 1.686–4.662 butir, dengan nilai rata-rata sebesar 3.082 butir.

Nilai derajat penetasan telur ikan Bada yang diperoleh dari penelitian ini berkisar 59,67–84,00%. Nilai ini jauh lebih tinggi bila dibandingkan dengan penelitian Said dan Mayasari (2010) pada ikan Bada (*Rasbora argyrotaenia*) yang menghasilkan nilai derajat penetasan 41,20–60,61%. Hasil uji statistik memperlihatkan bahwa nilai derajat penetasan pada perlakuan P2 dan P3 lebih tinggi bila dibandingkan perlakuan P0 dan P1. Penambahan spirulina pada pakan diduga menyebabkan nilai derajat penetasan perlakuan P2 dan P3 menjadi lebih tinggi. Menurut Nainggolan *et al.* (2015), kandungan asam lemak esensial pada spirulina berguna untuk meningkatkan perkembangan morfologi telur dan sebagai prekursor prostaglandin, sehingga tidak rentan terhadap kerusakan dan menjadikan nilai derajat penetasan menjadi lebih baik.

Kualitas air selama pemeliharaan induk ikan Bada menunjukkan kondisi yang baik dan mendukung kehidupan ikan. Dari hasil pengukuran, terlihat suhu media pemeliharaan berkisar 26,2–27,9°C, kisaran suhu tersebut masih berada dalam kisaran optimum untuk pemeliharaan ikan Bada. Pada penelitian yang dilakukan oleh Rosadi *et al.* (2014), kisaran suhu air untuk kehidupan ikan Bada adalah 25,5–31,6°C. Nilai pH media pemeliharaan induk ikan dan penetasan telur berkisar 7,1–7,7. Nilai oksigen terlarut media pemeliharaan berkisar 5,69–7,94 mg/L. Kisaran pH dan oksigen terlarut pada penelitian ini masih berada dalam kisaran yang mendukung kegiatan pemeliharaan dan penetasan. 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.

Kesimpulan

Penambahan hormon estradiol-17 β dan spirulina ke dalam pakan terbukti meningkatkan kemampuan reproduksi induk ikan Bada dan kualitas telur ikan. Penambahan kedua bahan tersebut ke dalam pakan memberikan hasil yang lebih baik pada nilai fekunditas relatif, derajat pembuahan, dan derajat penetasan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Haryono, MSi. dari Pusat Riset Biologi, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) yang telah membantu dalam identifikasi spesies ikan Bada yang diteliti dan juga pihak-pihak yang telah membantu dalam penelitian dan penulisan naskah ini.

Referensi

- Al Adawiyah L, Sulmartiwi L, Bodur T, Budi DS. 2019. Induction of spermiation using OvaprimTM with topical gill method in the silver rasbora (*Rasbora argyrotaenia*). *Theriogenology* 126: 172–176. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2018.12.014
- Brojo M, Sukimin S, Mutiarsih. 2001. Reproduksi Ikan Depik (*Rasbora tawarensis*) di Perairan Danau Laut Tawar, Aceh Tengah. *Jurnal Iktiologi Indonesia* 1(2): 19–23
- Burmansyah B, Muslim M, Fitriani M. 2013. Pemijahan ikan betok (*Anabas testudineus*) semi alami dengan sex ratio berbeda. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia* 1(1): 23–33
- Christwardana M, Nur MMA, Hadiyanto. 2013. *Spirulina platensis*: Potensinya sebagai bahan pangan fungsional. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 2(1): 1–4
- Dewantoro E. 2015. Keragaan gonad ikan tengadak (*Barbonymus schwanenfeldii*) setelah diinjeksi hormon hCG secara berkala. *Jurnal Akuatika Indonesia* 6(1): 1–10
- Effendi MI. 1997. *Biologi Perikanan*. Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nusantara
- Hismayasari IB, Marhendra APW, Rahayu S, Saidin, Supriyadi DS. 2015. Gonadosomatic index (GSI), hepatosomatic index (HSI) and proportion of oocytes stadia as an indicator of rainbowfish *Melanotaenia boesemani* spawning season. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies* 2(5): 359–362
- Lestari TP, Sudrajat AO, Budiardi T. 2016. Kombinasi penambahan suplemen spirulina *Spirulina platensis* 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
- Lismawati N, Hendri A, Mahendra M. 2016. Fertilisasi dan daya tetas telur ikan tawes (*Puntius javanicus*) dari sperma pasca penyimpanan pada temperatur 4°C. *Jurnal Perikanan Tropis* 3(1): 77–84. DOI: 10.35308/jpt.v3i1.38
- Mayasari N. 2012. Pemacuan kematangan gonad ikan lele dumbo (*Clarias* sp.) betina dengan kombinasi hormon PMSG dan *Spirulina*. *Tesis*. Institut Pertanian Bogor
- Meng-Umphann K. 2009. Growth performance, sex hormone levels and maturation ability of pla pho (*Pangasius bocourti*) fed with *Spirulina* supplementary pellet and hormone application. *International Journal of Agriculture and Biology* 11(4): 458–462
- Nainggolan A, Sudrajat AO, Bambang N, Utomo P, Harris E. 2015. Peningkatan kinerja reproduksi, kualitas telur, dan larva melalui supelementasi *Spirulina* dikombinasikan dengan injeksi Oocyte Developer pada induk ikan lele (*Clarias* sp.) betina. *Jurnal Riset Akuakultur* 10(2): 199–210
- Nur B, Permana A, Priyadi A, Mustofa SZ, Murniasih S. 2017. Induksi ovulasi dan

- pemijahan induk agamsys (*Agamyxis albomaculatus*) menggunakan hormon yang berbeda. *Jurnal Riset Akuakultur* 12(2): 169-177. DOI: 10.15578/jra.12.2.2017.169-177
- Rachman B. 2013. Manipulasi hormonal pada pematangan gonad ikan patin siam *Pangasianodon hypophthalmus*. Tesis. Institut Pertanian Bogor
- Rahardjo MF, Simanjuntak CPH. 2007. Aspek reproduksi ikan tetet, *Johnius belangerii* Cuvier (Pisces: Sciaenidae) di perairan pantai Mayangan, Jawa Barat. *Jurnal Perikanan (Journal of Fisheries Sciences* 9(2): 200–207. DOI: 10.22146/jfs.31
- Rawung LD. 2019. Pengaruh kombinasi kurkumin dan hormon tiroksin pada penampilan reproduksi induk dan pertumbuhan larva ikan lele (*Clarias gariepinus*). *Disertasi*. Institut Pertanian Bogor
- 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, D.S., & Mayasari, N. 2010. Pertumbuhan dan pola reproduksi ikan Bada *Rasbora argyrotaenia* pada rasio kelamin yang berbeda. *LIMNOTEK Perairan Darat Tropis di Indonesia* 17(2): 201–209
- 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
- Siregar M. 1999. Stimulasi pematangan gonad bakal induk betina ikan jambal siam *Pangasius hypophthalmus* F. dengan hormon hCG. Tesis. Institut Pertanian Bogor
- SNI: 01-6133. 1999. SNI Produksi benih ikan mas (*Cyprinus carpio* Linneaus) strain Majalaya kelas benih sebar. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta
- Sudarshan S, Kulkarni R. 2013. Determination of Condition Factor (K) Somatic Condition Factor (Ks) hepatic and gonado somatic indices in the fresh water fish *Notopterus notopterus*. *International Journal of Scientific Research* 2(11): 524–526. DOI: 10.15373/22778179/nov2013/175
- Volkoff H, London S. 2018. Nutrition and reproduction in fish. *Encyclopedia of Reproduction* 2: 1–6. DOI: 10.1016/B978-0-12-809633-8.20624-9