

KONDISI GONAD IKAN PELANGI MERAH *Glossolepis incisus* DI DANAU SENTANI, PAPUA

Gadis Sri Haryani dan Syahroma Husni Nasution

Pusat Penelitian Limnologi LIPI, Jl. Raya Bogor Km 46, Cibinong

Email: gadis@limnologi.lipi.go.id

ABSTRAK

Ikan pelangi merah *Glossolepis incisus* adalah ikan hias berwarna kuning kemerahan yang merupakan ikan asli yang hidup di Danau Sentani. Penelitian kondisi gonad ikan pelangi merah telah dilakukan pada bulan April 2014. Tujuan penelitian ini mengkaji perkembangan gonad ikan pelangi merah jantan dan betina secara histologi, untuk memperoleh informasi yang rinci mengenai perkembangan sel-sel gonad sebagai salah satu aspek reproduksi ikan pelangi merah. Sampel ikan pelangi ikan diambil dengan menggunakan jaring insang eksperimen berukuran mata jaring $\frac{3}{4}$, 1, $1\frac{1}{2}$, 2, dan 3 inci selama 2-3 jam. Ikan ditimbang berat dan diukur panjang tubuh, kemudian gonad diambil dan difiksasi dengan larutan bouin alkohol. Selanjutnya dibuat preparat histologi dengan pewarnaan Hematoxylin dan Eosin. Dari hasil penelitian pada ikan pelangi merah jantan dan betina berada pada TKG II-IV. Kondisi gonad baik jantan (ukuran panjang tubuh 7,0-10,5 cm; berat tubuh 3,0-10,5 gr) maupun betina (panjang tubuh 6,9-10,3 cm; berat tubuh 3,1-9,4 gr) berisi sel-sel oosit dan sperma dengan perkembangan I-IV. *Gonado Somato Index* (GSI) ikan jantan berkisar antara 0,19-0,59 terdiri dari kluster-kluster berisi sel spermatogonia, spermatosit, spermatid, dan sperma. GSI ikan betina 0,33-2,68, dengan diameter telur berkisar antara 7,0-8,0 μm untuk oosit TKG IV; 3,0-6,9 μm TKG III; 2,0-2,5 μm TKG II; 0,5-2,0 μm oogonia TKG I. GSI ikan jantan lebih kecil dibandingkan ikan betina. Berdasarkan komposisi sel telur dan sperma yang tidak homogen dalam gonad jantan dan betina memperlihatkan bahwa sel-sel tersebut berada pada tahap perkembangan yang beragam. Ikan pelangi merah termasuk ikan yang berpijah secara parsial dan mulai matang gonad pada ukuran panjang tubuh 7 cm.

Kata kunci: gonad, ikan pelangi, histologi, dan Danau Sentani

PENDAHULUAN

Ikan *glossolepis incisus* dari famili Melanotaeniidae merupakan salah satu jenis ikan asli dari belasan jenis ikan yang hidup di Danau Sentani, Papua. Warnanya yang kuning kemerahan menjadi daya tarik ikan ini untuk dijadikan ikan hias sejak ditemukan oleh Max Weber tahun 1907. Ikan jantan warnanya lebih menarik dari pada ikan pelangi betina. Ikan ini tergolong ikan omnivora dan mencapai ukuran maksimal 15 cm walaupun sangat jarang ditemukan ukuran tersebut di alam.

Di alam, ikan pelangi merah hanya ditemukan di Danau Sentani, Papua, namun demikian saat ini ikan pelangi merah sudah dapat dibudidayakan dan dikembangkan diluar habitat aslinya. Danau Sentani sebagai habitat ikan pelangi merah, merupakan lingkungan yang sesuai bagi ikan pelangi merah ini dimana ikan ini umumnya ditemukan di sekitar pinggiran danau dimana terdapat tumbuhan air

yang tenggelam atau cabang pohon yang tumbang (Wikipedia, 2014). Danau Sentani sendiri, sejak lama telah dimanfaatkan oleh masyarakat di sekitar danau tersebut, untuk memenuhi berbagai kebutuhan sehari-hari, seperti sarana media transportasi, perikanan dan sumber air minum dan domestik. Berdasarkan berbagai laporan mengenai jumlah jenis-jenis ikan yang terdapat di danau ini, mulai berkurang jumlah jenis ikan asli dan jumlah ikan introduksi meningkat. Informasi jenis-jenis ikan di danau ini bersumber dari penelitian tentang komunitas ikan di perairan Danau Sentani. Tahun 90 an, jumlah jenis ikan mencapai 29 jenis, saat ini jumlahnya semakin berkurang hingga mencapai 11 jenis (Nasution dan Haryani, 2014) akibat perubahan habitat dan penurunan kualitas perairannya. Berbagai kegiatan antropogenik diduga telah menyebabkan perubahan habitat yang pada akhirnya mengganggu komunitas ikan yang hidup di dalamnya. Selain itu kemungkinan adanya upaya penangkapan ikan secara intensif dapat pula menyebabkan penurunan populasi ikan di Danau Sentani.

Menurut Siby (2009), populasi ikan pelangi merah atau ikan hewu (nama lokal ikan *Glossolepis incisus*) menurun, dimana pada tahun 1996, ikan pelangi merah telah terdaftar dalam Redlist IUCN sebagai spesies ikan yang mengalami ancaman kepunahan dengan status rentan. Terjadinya ancaman dan penurunan populasi ikan tersebut disebabkan meningkatnya jumlah penduduk di sekitar Danau Sentani yang pada tahun 1996 mencapai 25.000 orang, dan adanya pencemaran domestik yang masuk ke dalam danau serta penebangan hutan untuk pembangunan jalan dan perluasan pemukiman yang mengakibatkan menurunnya luas tutupan hutan sebagai daerah tangkapan air (IUCN, 1996; Siby, 2009). Dikatakan pula bahwa pemangsaan, kompetisi terhadap makanan dan habitat pemijahan dengan adanya ikan introduksi yang masuk ke danau ini contohnya ikan gabus toraja, sepat siam, red devil, ikan mas, lele, dan gurami.

Latar belakang permasalahan tersebut diatas yang mendorong dilakukannya penelitian mengenai kondisi gonad ikan pelangi merah *Glossolepis incisus* dengan pendekatan histologi dengan tujuan untuk mengetahui dengan lebih rinci kemampuan reproduksinya dan membandingkan dengan hasil penelitian yang telah dilakukan beberapa tahun yang lalu. Studi reproduksi ikan sangat penting untuk pengelolaan dan konservasi sumberdaya perikanan karena memberikan informasi dasar mengenai

awal kehidupan ikan. Dengan demikian diharapkan informasi dari penelitian ini akan menjadi informasi dasar dalam upaya pengelolaan ikan pelangi merah dan konservasi habitat hidupnya di Danau Sentani, Papua.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan pada bulan April 2014, di 5 lokasi di Danau Sentani, Papua seperti yang dijelaskan dalam tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Kondisi habitat stasiun pengambilan sampel ikan di Danau Sentani April 2014.

No	Stasiun	Koordinat	Kondisi habitat
1	Doyo Lama	S: 02°34'495 E: 140°26'247	- Dasar batuan - Air berwarna hijau - Terdapat tanaman air jenis Neli (<i>Ceratophyllum</i> sp.), Teratai, Pandan berduri (<i>Pandanus</i> sp.) - Banyak pohon kelapa disekitarnya dan tanaman <i>Picus</i> sp.
2	Dondai	S: 02°35'617 E: 140°24'835	- Tanah berlumpur - Terdapat tanaman air jenis Neli (<i>Ceratophyllum demersum</i>), Hului (<i>Valisneria americana</i>), Teratai merah dan putih - Banyak pohon kelapa disekitarnya dan tanaman Sagu - Banyak burung bangau
3	Jembatan 2	S: 02°35'618 E: 140°37'027	- Air keruh warna kecoklatan, bagian tengah danau warna air kehijauan - Areal pertambangan emas konvensional di bagian hulunya - Ada sungai kecil yang masuk ke danau - Tidak dijumpai tanaman air - Terdapat pemukiman penduduk
4	Outlet/ S. Jaifuri	S: 02°41'169 E: 140°34'883	- Dasar batuan dan ber lumpur - Air jernih dan berarus deras - Outlet utama dari Danau Sentani ke Sungai Jaifuri - Terdapat tanaman air dari Famili Poacee berbentuk seperti jarum - Dijumpai tanaman Pandan tidak berduri (<i>Pandanus</i> sp.) - Banyak pohon Kelapa sawit dan tanaman Sagu disekitarnya - Terdapat pemukiman penduduk di atasnya

			<ul style="list-style-type: none"> - Dijumpai banyak burung bangau putih - Terdapat aktivitas karamba jaring tetap di pinggiran danau
5	Inlet/ S. Deyau	S: 02°35'585 E: 140°30'937	<ul style="list-style-type: none"> - Substrat pasir - Air tenang - <i>Inlet</i> danau berasal dari S.Deyau yang relatif besar - Terdapat darmaga perahu Yahim - Banyak terdapat tanaman air jenis Neli (<i>Ceratophyllum</i> sp.), Eceng gondok (<i>Eichhornia crassipes</i>), <i>Polygonum</i> sp., <i>Ottelia alismoides</i>

Contoh ikan pelangi merah diambil menggunakan jaring insang eksperimen berukuran mata jaring $\frac{3}{4}$, 1, 1½, 2, dan 3 inci selama 2-3 jam. Ikan ditimbang berat dan diukur panjang tubuh, kemudian gonad diambil dan difiksasi dengan larutan bouin alkohol. Selanjutnya dibuat preparat histologi dengan pewarnaan Hematoxylin dan Eosin (Hinton, 1990).

Penentuan Tingkat Kematangan Gonad dilakukan secara makroskopik di lapangan dan secara mikroskopik dilakukan di laboratorium Pusat Penelitian Limnologi-LIPI, mengacu pada kriteria perkembangan gonad dari beberapa referensi (Effendie, 1997; Siby, 2009). Untuk menghitung Gonado Somatic Index (GSI), gonad ikan ditimbang dengan menggunakan timbangan dengan ketelitian 0,001 g. Nilai GSI dianalisis menggunakan rumus yang dikemukakan oleh Effendie (1979) :

$$GSI = Bg / Bt \times 100 \%$$

Keterangan :

- GSI : Indeks kematangan gonad
- Bg : Berat gonad (g)
- Bt : Berat tubuh termasuk gonad (g)

Pengamatan diameter telur dilakukan dengan mengukur diameter telur dibawah mikroskop menggunakan mikrometer okuler.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penangkapan ikan di Danau Sentani selama penelitian disajikan dalam tabel 2 di bawah ini. Ikan pelangi merah (Gambar 1) mendominasi hasil tangkapan di 4 lokasi, yang jumlah total ikan pelangi merah mencapai 3017 ekor. Di Lokasi Doyo Lama tidak didapatkan ikan pelangi merah yang diduga disebabkan waktu penangkapan yang tidak tepat yaitu pada siang hari berbeda dengan waktu penangkapan lokasi lain yaitu pada pagi hari. Jumlah ikan pelangi yang tertangkap dalam penelitian ini jauh lebih banyak daripada jumlah ikan pelangi merah yang ditangkap pada penelitian tahun 2008 yaitu 798 ekor (Siby, 2009).

Tabel 2. Jenis Ikan yang tertangkap di Danau Sentani selama Penelitian

No	Nama Ikan	Lokasi					Jumlah individu
		Doyo lama	Dondai	Jembatan2	Outlet(Jaifuri)	Inlet (S.Deyau)	
1	Pelangi merah <i>(Glossolepis incisus)</i>	0	482	494	832	1209	3017
2	Red devil <i>(Amphilopus labiatus)</i>	6	37	250	197	52	542
3	Gabus hitam <i>(Oxyeoleotris lineolatus)</i>	0	1	1	0	0	2
4	Gabus Merah <i>(Ophiocara aporos)</i>	0	10	1	0	4	15
5	Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>)	0	12	0	0	0	12
6	Himeng <i>(Glossogobius sp.)</i>	0	3	3	0	1	7
7	Pelangi (<i>G. Pseudoincisus</i>)	0	6	3	0	0	9
8	Gete-gete kecil <i>(Apogon beaforti)</i>	0	1	0	0	3	4
9	Gete-gete besar <i>(Apogon wichmani)</i>	0	0	0	0	2	2
10	Nilem (<i>Osteochilus hasselti</i>)	0	0	1	10	20	31
11	Mata merah (<i>Puntius orphoides</i>)	0	0	0	6	0	6
Jumlah Total individu (N)		6	552	753	1045	1291	3647
Jumlah spesies (S)		1	8	7	4	7	11



Gambar 1. Ikan Pelangi Merah (*Glossolepis incisus*) jantan (atas) dan betina (bawah).

Kondisi gonad baik jantan (ukuran panjang tubuh 7,0-10,5 cm; berat tubuh 3,0-10,5 gr) maupun betina (panjang tubuh 6,9-10,3 cm; berat tubuh 3,1-9,4 gr) berada pada tahapan TKG II-IV (Tabel 3). Ukuran panjang dan berat ikan Pelangi merah jantan dan betina pada penelitian ini jauh lebih kecil daripada yang tertangkap pada penelitian tahun 2008 dimana ikan jantan ukuran panjang 8,8-11,9 cm, berat tubuh 7,23-22,58 gram, sedangkan betina ukuran panjang tubuh 9,0-12,0 cm, berat tubuh 6,85-22,58 gr (Siby, 2009). Hal ini menunjukkan bahwa ikan pelangi merah di Danau Sentani ukuran semakin mengecil dan jumlah populasinya meningkat yang kemungkinan merupakan strategi dalam penyesuaian diri dengan kondisi lingkungan.

Berdasarkan pengamatan histologi gonad ikan pelangi betina berisi sel-sel oogonia dan oosit sampai dengan perkembangan oosit IV. Sedangkan gonad ikan pelangi jantan berisi spermatogonia, spermatosit, spermatid dan sperma. Namun demikian sel oogonia dan spermatogonia jumlahnya sedikit dibandingkan dengan sel-sel pada tahap yang lebih tinggi, sehingga dapat dikatakan bahwa tidak ditemukan gonad pada tingkat kematangan I (TKG I) baik bagi ikan pelangi betina maupun ikan jantan.

Menurut Siby (2009) ikan pelangi merah jantan yang matang gonad ditemukan pada bulan Desember-Februari sedangkan ikan betina pada bulan Desember-Mei dengan persentase yang berbeda-beda. Persentase tertinggi TKG V pada ikan jantan dan betina terdapat pada bulan Desember. Ikan pelangi merah pada bulan April 2014 sudah memasuki tahap kematangan gonad, seperti hasil penelitian tersebut diatas.

Gonad akan semakin bertambah beratnya diimbangi dengan bertambah besar ukurannya karena sebelum terjadi pemijahan sebagian besar hasil metabolisme

tertuju untuk perkembangan gonad (Effendie 2002). *Gonado Somato Index* (GSI) ikan jantan berkisar antara 0,19-0,59, terdiri dari kluster-kluster berisi sel spermatogonia, spermatosit, spermatid, dan sperma. GSI ikan betina 0,33-2,68, dengan diameter telur berkisar antara 7,0-8,0 μm untuk oosit TKG IV; 3,0-6,9 μm TKG III; 2,0-2,5 μm TKG II; 0,5-2,0 μm oogonia TKG I. GSI ikan jantan lebih kecil dibandingkan ikan betina. Hal ini umum terjadi pada ikan karena sel telur berukuran jauh lebih besar dari sel sperma sehingga berpengaruh terhadap bobot gonad. GSI merupakan metode untuk menduga musim pemijahan suatu spesies (Priyadharsini *et al.*, 2013). GSI ikan pelangi merah pada bulan April belum mencapai nilai maksimal, sehingga diduga musim pemijahan akan berlangsung di bulan2 mendatang.

Tabel 3. Panjang tubuh, bobot, IKG dan TKG ikan Pelangi

No	Parameter	Kisaran
1.	Panjang Tubuh (cm)	
	Jantan	7,0 – 10,5
	Betina	6,9 – 10,3
2.	Bobot Tubuh (gram)	
	Jantan	3,0 -10,5
	Betina	3,1 – 9,4
3.	Bobot Gonad (gram)	
	Jantan	0,006 – 0,058
	Betina	0,014 – 0,167
4.	GSI (%)	
	Jantan	0,19 – 0,59
	Betina	0,33 – 2,68
5.	TKG	
	Jantan	II - IV
	Betina	II - IV

Untuk memahami fisiologi reproduksi, studi tentang perubahan perkembangan musiman gonad melalui kedua pengamatan makroskopik dan mikroskopik diperlukan. Pengamatan mikroskopis dianggap sebagai metode penting untuk mendapatkan informasi rinci tentang mekanisme reproduksi dari ikan tersebut. Pengamatan histologis dapat memberikan informasi tentang perubahan struktural internal dalam sel germinal (Crim & Glebe *in* Shreck & Moyle, 1990, Priyadharsini *et al.*, 2013).

Kategorisasi jenis sel pada gonad ikan jantan didasarkan pada penelitian sebelumnya pada gametogenesis ikan pelangi. Ada Lima tahap spermatogenetik yang berbeda sesuai dengan morfologi sel: spermatogonia, spermatosit I dan spermatosit II, spermatid dan spermatozoa. Spermatogonium muncul hanya setelah pemijahan, hasil pembelahan sel germinal. Spermatogonia berkembang menjadi spermatosit primer (I) yang dibedakan menjadi spermatosit II setelah pembelahan meiosis pertama. Spermatid dihasilkan dari pembelahan meiosis kedua. Spermatozoa dihasilkan dari pematangan spermatid (Geraudie, *et al.*, 2009). Sedangkan Henderson membagi perkembangan testis ikan jantan dalam 6 tingkat berdasarkan kemunculan sel germinal yang matang (Crim & Glebe *in* Shreck & Moyle, 1990).

Hasil pengamatan secara histologi pada gonad ikan pelangi merah jantan memperlihatkan pada TKG II ditemukan sel spermatogonia, spermatosit I, spermatosit II, spermatid; pada TKG III dan IV mulai ada spermatozoa (Gambar 2).



Gambar 2. Penampang histologi gonad ikan pelangi merah jantan (A & C: Pembesaran 400x, B: 200x) A: TKG II. B: TKG III. C: TKG IV. Sg= spermatogonia, Ss= spermatosit, St= spermatid, Sp= spermatozoa

Pematangan oosit dibagi menjadi lima tahapan yang berbeda: oogonium, oosit primer, oosit pra-vitellogenik, oosit sekunder dan oosit degeneratif/atresia. Klasifikasi ini didasarkan pada ukuran sel, morfologi dan tingkat akumulasi vitellus. Oogonium dihasilkan dari pembelahan mitosis sel germinal. Oosit primer ditandai oleh adanya beberapa nukleolus di tepi nukleus. Oosit pra-vitellogenik ditandai dengan adanya vesikel kuning di tepi oosit, yang bertepatan dengan dimulainya vitelogenesis. Oosit kedua dikelilingi oleh lapisan aselular besar menunjukkan struktur fibrilar berpori, zona radiata, sesuai dengan saluran pori mengatur transportasi zat kuning telur. Sel granulosa berhubungan dengan sel-sel periferi

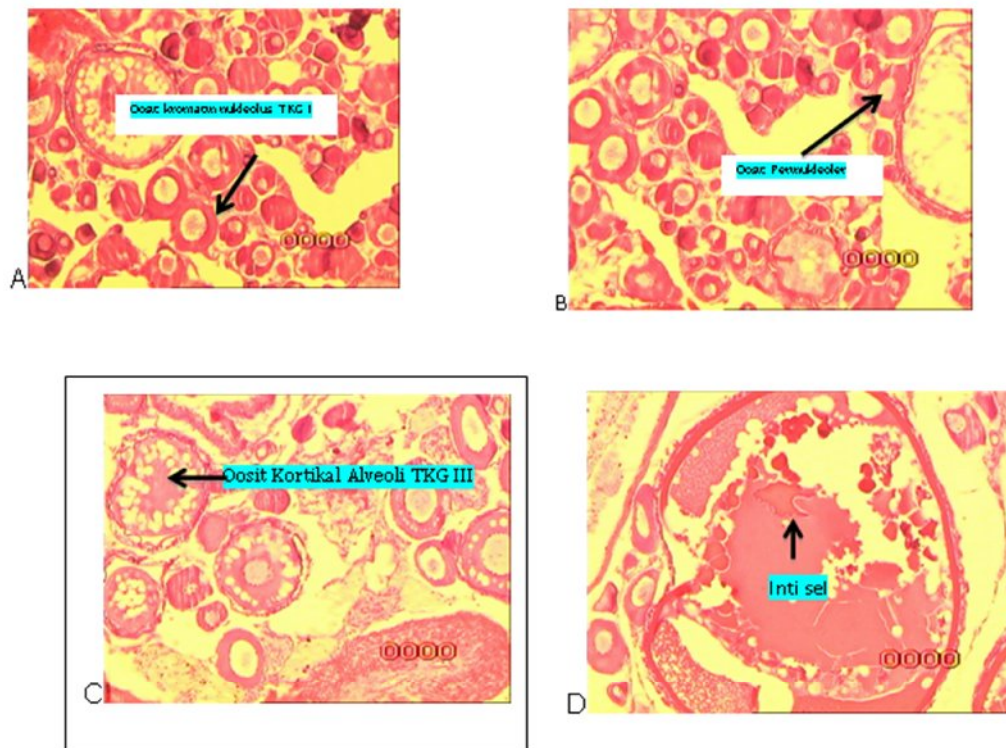
monolayer dan terlibat dalam fungsi endokrin. Akumulasi kuning lipoprotein telah selesai pada tahap oosit sekunder. Kuning telur muncul sebagai vesikel atau butiran kuning telur. Butiran kuning telur berhubungan dengan struktur vesikel kuning yang mengecil dan jumlahnya semakin berkurang di sepanjang membran. Setelah pemijahan, oosit sisa disebut oosit atresia yang dicerna dan diserap oleh makrofag dalam ovarium. Selama atresia, baik inti dan kuning vesikel menghilang dan menunjukkan sitoplasma diisi dengan butiran kuning memberikan oosit berwarna kuning kemerahan. Wallace & Selman (1981) mengelompokkan pertumbuhan ovarium ikan secara umum dalam 6 fase perkembangan yang dicirikan oleh perkembangan oosit pada ovarium:

1. fase kromatin-nukleolus,
2. fase perinukleolar,
3. fase kortikal-alveoli,
4. fase vitelogenik,
5. fase maturasi,
6. fase ovulasi.

Ovarium ikan pelangi betina pada penelitian ini berada pada 3 tahap perkembangan gonad, yaitu:

1. TKG II ditandai dengan adanya oosit fase perinukleolar, dimana ovarium didominasi oosit dengan nukleus dan beberapa nukleoli pada nukleoplasma (Gambar 3 A dan 3B).
2. TKG III ditandai dengan adanya oosit Fase kortikal-alveoli, dengan adanya butir-butir lipid disekitar vesikula germinalis. Ukuran oosit menjadi lebih besar (Gambar 3C).
3. TKG IV ditandai dengan oosit fase vitelogenik, ditandai dengan adanya koalisi butir-butiran lemak dalam sitoplasma. Selain itu inti sel berbentuk tidak beraturan disebut juga *Germinal Vesicle Breakdown* dan Inti Sel mulai migrasi ke kutub animal (Gambar 3D).

TKG I tidak ditemukan karena tidak didapatkan ovarium yang didominasi oleh oosit fase kromatin nucleolus. Namun demikian oosit fase kromatin nucleolus tetap ditemukan pada semua tingkat perkembangan ovarium yang menunjukkan bahwa ikan pelangi merupakan ikan yang *partial spawner* karena oosit tingkat awal berada dalam setiap ovarium yang siap berkembang menjadi oosit tahap perkembangan berikutnya.



Gambar 3. A & B. Ovari dengan oosit TKG II; C. Ovari dengan TKG III; D. TKG IV : fase fusi globula kuning telur dan butiran lemak dan migrasi inti sel.

Ukuran ikan pelangi yang mulai matang gonad pada penelitian ini tercatat untuk ikan betina 7,2 cm dan ikan jantan berukuran 6,7 cm. Ukuran ini bila dibandingkan hasil penelitian sebelumnya tahun 2007-2008 (Siby, 2009), ternyata terjadi penurunan ukuran yaitu ukuran terkecil ikan pelangi merah yang matang gonad untuk ikan jantan menjadi 6,7 cm yang sebelumnya 9,0 cm sedangkan ikan betina 7,2 cm yang sebelumnya 9,2 cm. Hal ini kemungkinan disebabkan kondisi kualitas lingkungan yang menurun sehingga ikan mengatur strateginya

menjadi lebih cepat matang gonad. Temuan ini sejalan dengan jumlah populasi (hasil tangkapan) ikan pelangi merah yang meningkat dibandingkan jumlah pada tahun 2007-2008, dan juga ukuran tubuh ikan baik panjang maupun bobotnya yang juga lebih kecil dibandingkan ikan yang ditangkap 7 tahun sebelumnya.

KESIMPULAN

Keberhasilan mempertahankan populasi setiap jenis ikan ditentukan oleh kemampuan anggotanya untuk bereproduksi dalam lingkungan yang fluktuatif sehingga dengan demikian dapat mempertahankan populasinya. Kegiatan dinamis metabolisme reproduksi pada ikan pelangi merah di danau Sentani melibatkan perubahan berurutan di sel germinal. Pola perubahan dalam gonad terlihat dari komposisi sel germinal pada ovarium ikan pelangi merah betina dan sel pada testis ikan pelangi merah jantan yang tidak homogen memperlihatkan bahwa sel-sel tersebut berada pada tahap perkembangan yang beragam dari TKG II-IV. Ikan pelangi merah termasuk ikan yang berpijah secara parsial. Ikan pelangi merah mulai matang gonad pada ukuran panjang tubuh 7 cm. Ikan pelangi merah pada bulan April belum mencapai tingkat kematangan gonad yang maksimal, kemungkinan puncak pemijahan akan terjadi pada bulan berikutnya. Ikan pelangi merah mulai matang gonad pada ukuran panjang tubuh sekitar 7 cm, lebih kecil dari hasil penelitian sebelumnya dan jumlah ikan yang tertangkap lebih banyak menunjukkan adanya kemampuan ikan beradaptasi mengatasi tekanan perubahan lingkungan Danau Sentani, Papua.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Puslit Limnologi-LIPI yang telah membiayai penelitian ini dan kepada tim penelitian Danau Sentani yang telah membantu dalam pengambilan sampel selama penelitian ini berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Crim L.W & B.D. Glebe. 1990. *In*: Shreck C.B. & P.B. Moyle (eds). *Methods for Fish Biology*. American Fisheries Society. USA. pp.529 – 554.
- Effendie, M.I. 1979. *Metode Biologi Perikanan*. Yayasan Dewi Sri. Bogor. 112 hal.

- Effendie, M.I. 1997. Biologi Perikanan. Yayasan Pustaka Nusatama. Jogjakarta. 163 hal.
- Geraudie Perrine, Marie Gerbron, Elisabeth Hill, Christophe Minier. 2009. Roach (*Rutilus rutilus*) reproductive cycle: a study of biochemical and histological parameters in a low contaminated site. Fish Physiol. Biochem. DOI 10.1007/s10695-009-9351-5
- Hinton, David E. 1990. Histological techniques. In: Schreck, C.B. & P.B. Moyle (Eds.), Methods for Fish Biology. American Fisheries Society. USA. pp. 191–209.
- IUCN, 1996. *IUCN Red List of Threatened Animals*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Nasution dan Haryani, 2014. Komunitas ikan Danau Sentani, Papua. Prosiding Seminar Nasional Limnologi VIII, 24 September 2014.
- Priyadharsini S, J Manoharan D Varadharajan and A Subramaniyan. 2013. Reproductive Biology and Histological Study of Red Lionfish *Pterois volitans* from Cuddalore, South East Coast of India. J Aquac Res Development 2013, 4:6
- Shreck C.B. & P.B. Moyle (eds), 1990. Methods for Fish Biology. American Fisheries Society. USA. 684 p.
- Siby, Lisa Sofia. 2009. Biologi Reproduksi Ikan Pelangi Merah (*Glossolepis incisus*, Weber 1907) di Danau Sentani. Tesis Magister Sains Program Studi Ilmu Perairan, IPB.
- Wallace R.A. & K. Selman, 1981. Cellular and dynamic Aspects of Oocyte Growth in teleosts. American Zoologist, 21: 325-343.