

Beberapa aspek biologi reproduksi ikan nilem, *Osteochilus vittatus* Valenciennes, 1842) di perairan Waduk Benanga, Kalimantan Timur

[Some reproductive biology aspects of bonylip barb (*Osteochilus vittatus* Valenciennes, 1842) in the waters of Benanga Reservoir, East Kalimantan]

Jusmaldi*, Nova Hariani, Medi Hendra, Nikmahtulhaniah Ayu Wulandari, Sarah

Program Studi Biologi FMIPA Universitas Mulawarman Samarinda
Jln. Barong Tongkok, Kampus Gunung Kelua Samarinda 75123
aldi_jus@yahoo.co.id, nova_hariani@fmipa.unmul.ac.id, medihendra@fmipa.unmul.ac.id,
haniwulandari28@gmail.com, zharahjha23@gmail.com

Diterima: 06 Juli 2020; Disetujui: 01 September 2020

Abstrak

Ikan nilem (*Osteochilus vittatus* Valenciennes, 1842) merupakan jenis ikan air tawar famili Cyprinidae asli perairan Indonesia. Saat ini, ikan nilem di perairan Waduk Benanga Kalimantan timur telah dieksploitasi lebih. Karena itu diperlukan pengelolaan di alam agar stok ikan tersebut tetap terjaga; dengan melakukan kajian aspek biologi reproduksi. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis aspek biologi reproduksi mencakup nisbah kelamin, kematangan gonad berkaitan dengan musim, ukuran ikan kali pertama matang gonad, musim pemijahan, fekunditas dan tipe pemijahan sebagai informasi dasar dalam pengelolaannya. Penangkapan ikan dilakukan selama 5 bulan, dari Januari hingga Mei 2019 dan dilaksanakan pada minggu ketiga setiap bulannya di tiga stasiun. Contoh ikan ditangkap dengan menggunakan jaring insang eksperimental berukuran mata jaring 1; 1,5; 2; dan 3 inci. Jumlah total ikan nilem yang tertangkap 278 ekor terdiri atas 92 jantan dan 186 betina. Nisbah kelamin ikan jantan dan betina pada tahap matang gonad 1: 2,4. Panjang kali pertama matang gonad pada jantan rata-rata 136,08 mm dan betina rata-rata 137,38 mm. Puncak pemijahan terjadi saat musim penghujan di bulan Mei dengan nilai persentase TKG IV >90%, IKG jantan 6,88% dan IKG betina 13,16%. Fekunditas total berkisar 7312-22.923 butir individu⁻¹ dan diameter telur berkisar 0,6-1,94 mm. Sebaran diameter telur menunjukkan pola pemijahan serempak. Strategi pengelolaan yang disarankan adalah penggunaan ukuran mata jaring di atas 2 inci, pembatasan penangkapan ikan pada puncak pemijahan pada bulan Mei, pelarangan alat tangkap menggunakan listrik dan perlindungan Waduk Benanga dari erosi

Kata penting: fekunditas, ikan nilem, kematangan gonad, nisbah kelamin, tipe pemijahan

Abstract

Bonylip barb (*Osteochilus vittatus* Valenciennes, 1842) that belongs to the Cyprinidae family is one of the native freshwater fishes in Indonesian waters. Currently, status of this species in Benanga Reservoir, East Kalimantan is in over-exploited. Fish resources management, therefore, is needed to maintained fish stock in the reservoir based on fish reproductive biology aspects. The purpose of this study was to analyze some aspects of the reproductive biology including sex-ratio, gonad maturity, length at first gonad maturity, spawning season, fecundity, and spawning patterns as basic information for its management. Fish collection was carried out monthly on the third week from January to May 2019 at three stations. The fish samples were captured by using experimental gill nets with mesh size of 1; 1.5; 2; and 3 inches. A total of 278 bonylip barb was caught, consist of 92 males and 186 females. Sex ratio of male and female in the gonad mature stage was 1: 2.4. The average length at first gonad maturity in male and female were 136.08 mm and 137.38 mm, respectively. Peak of spawning occurs during the rainy season in May, with more than 90% of fish in mature stage with GSI in male and female were 6.88%, 13.16% respectively. Total fecundity ranged from 7312-22923 eggs individual⁻¹ and egg diameter ranged from 0.6-1.94 mm. According to distribution of egg diameter, bonylip barb was categorized as a total spawner. Some management strategies that can be carried out are using fishing gears with mesh size above 2 inches, limiting fishing activities in the peak of the spawning season, prohibiting fishing gear using electric shocker and protection the reservoir from erosion.

Keywords: fecundity, bonylip barb, gonad maturity, sex ratio, spawning tipe

Pendahuluan

Waduk Benanga merupakan perairan umum daratan yang dibangun sejak tahun 1977 dengan luas genangan ± 250 Ha, berlokasi di bagian hulu Sungai Karang Mumus, sekitar 15 Km arah Utara

Kota Samarinda, Kalimantan Timur. Secara topografi Waduk Benanga berupa lembah terbuka dan di bagian sisi-sisinya terdapat perbukitan rendah. Peran waduk ini sebagai sarana pengendali banjir, sumber air bersih, dan irigasi

pertanian. Selain itu perairan ini juga dimanfaatkan oleh masyarakat lokal sebagai tempat budidaya dan lokasi penangkapan ikan (Setiawan *et al.* 2017).

Beberapa jenis ikan yang umum ditemukan di perairan Waduk Benanga berdasarkan pengamatan langsung terhadap hasil tangkapan nelayan adalah ikan nilem (*Osteochilus vittatus* Valenciennes, 1842); sepat siam (*Trichopodus pectoralis* Regan, 1910); sepat rawa (*Trichopodus trichopterus* Pallas, 1770), nila (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) dan biawan (*Helostoma temminckii* Cuvier, 1829). Ikan nilem termasuk jenis ikan famili Cyprinidae, merupakan ikan asli perairan Indonesia yang tersebar di Sumatera, Jawa dan Kalimantan (Kottelat 2013). Masyarakat lokal di perairan Waduk Benanga memanfaatkan ikan nilem tersebut sebagai ikan dikonsumsi baik daging dan telurnya, selain juga diperdagangkan.

Ikan nilem merupakan salah satu komoditas ikan air tawar yang sangat potensial dikembangkan menjadi produk unggulan budi daya perikanan (Jubaedah & Hermawan 2010). Nilai ekonomis ikan nilem meningkat jika dijadikan produk olahan yang populer disebut *baby fish* (Rahardjo & Marliani 2007). Selain dagingnya, telur ikan nilem juga digemari oleh masyarakat karena rasanya yang lezat dan mempunyai peluang sebagai komoditas ekspor (Subagja *et al.* 2006; Winarlin *et al.* 2006). Selain itu, dari sisi ekologis ikan nilem yang merupakan pemakan detritus dan perifiton berguna sebagai pembersih perairan yang mengalami ledakan (*blooming*) fitoplankton (Syandri 2004).

Seiring dengan berjalannya waktu, tingginya aktifitas pemanfaatan Waduk Benanga oleh masyarakat mengakibatkan kondisi waduk secara ekologis mulai berubah, ditandai dengan

penurunan volume air akibat erosi dan sedimentasi, peningkatan kekeruhan air serta tingginya pertumbuhan gulma. Setiawan *et al.* (2017) menemukan erosi di sekitar perairan Waduk Benanga disebabkan oleh faktor pengelolaan lahan pertanian, pembukaan lahan pertambangan batubara dan peningkatan kebutuhan infrastruktur. Kjelland *et al.* (2015) menyatakan peningkatan kekeruhan air dapat menyebabkan pengaruh biologis pada ikan seperti gangguan migrasi dan pemijahan, pola pergerakan, penurunan keberhasilan penetasan telur, kematian, serta pengaruh subletal seperti kerentanan terhadap penyakit dan pertumbuhan.

Menurut informasi dari masyarakat nelayan, hasil tangkapan ikan nilem di perairan Waduk Benanga mulai mengalami penurunan jumlah dan ukuran dari tahun ke tahun, akibat adanya penangkapan ikan yang tidak selektif, penggunaan alat tangkap menggunakan listrik, dan pendangkalan waduk akibat erosi dan sedimentasi (komunikasi pribadi dengan Rahman nelayan lokal). Sementara di sisi lain penelitian ilmiah sebagai dasar pengelolaan ikan nilem di perairan ini masih sedikit diketahui.

Untuk menjaga kelestarian dan pemanfaatan ikan berkelanjutan diperlukan usaha pengelolaan dan konservasi. Kebijakan pengelolaan dan konservasi memerlukan informasi ilmiah sebagai dasar pertimbangan pengelolaan salah satunya adalah informasi mengenai siklus biologi reproduksi. Menurut Tomkiewicz *et al.* (2003) informasi aspek biologi reproduksi ikan dan faktor-faktor lingkungan yang memengaruhinya merupakan hal yang penting dalam biologi perikanan. Beberapa informasi penting akan diperoleh dengan mempelajari biologi reproduksi ikan antara lain adalah nisbah kelamin, tahap perkembangan gonad, indeks kema-

tangan gonad, ukuran ikan kali pertama matang gonad, fekunditas, tipe pemijahan dan waktu pemijahan.

Penelitian terkait aspek biologi ikan nilem di Indonesia telah dilakukan di wilayah Jawa, Sumatera dan Sulawesi, seperti aspek biologi reproduksi (Andy Omar 2010; Putri *et al.* 2015; Syandri *et al.* 2015; Rostika *et al.* 2017), aspek kebiasaan makan (Muryanto & Sumarno 2014) dan aspek morfologi (Azrita *et al.* 2014). Hingga saat ini penelitian aspek biologi reproduksi ikan nilem di perairan Kalimantan Timur belum pernah dilaporkan.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka penelitian ini bertujuan untuk menganalisis aspek biologi reproduksi ikan nilem yang mencakup nisbah kelamin, tingkat kematangan gonad, indeks kematangan gonad berkaitan dengan musim, ukuran ikan kali pertama matang gonad, waktu pemijahan, fekunditas, dan tipe pemijahan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat

digunakan sebagai dasar ilmiah dalam menyusun langkah pengelolaan ikan nilem di Waduk Benanga agar tetap lestari.

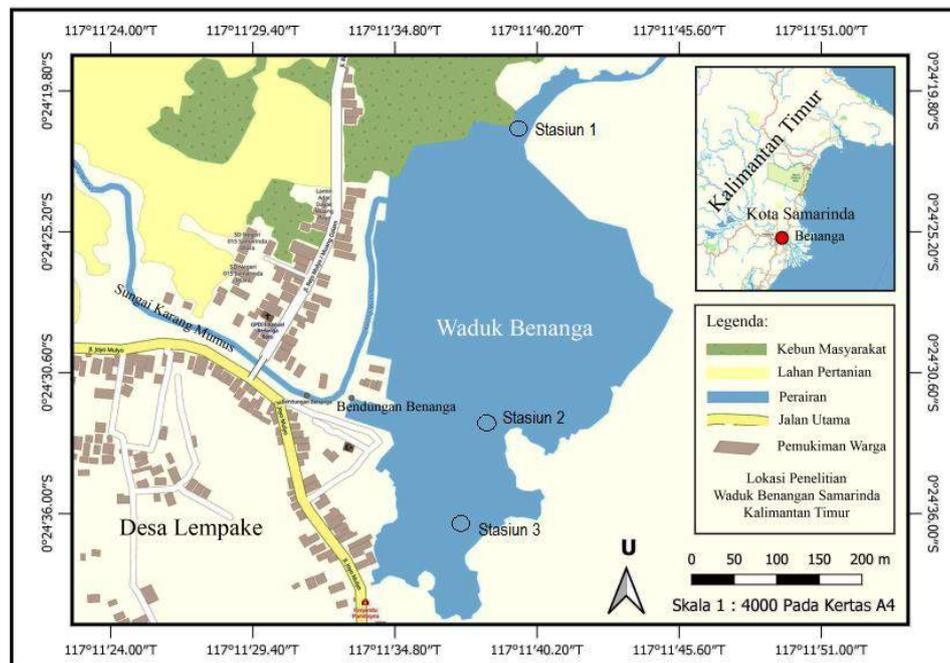
Bahan dan metode

Waktu dan lokasi penelitian

Penelitian ini dilaksanakan mulai dari Januari sampai Mei 2019, bertempat di tiga stasiun di perairan Waduk Benanga (Gambar 1). Data ikan yang diperoleh dianalisis di Laboratorium Biologi Dasar, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman Samarinda.

Penangkapan dan pengawetan ikan

Penangkapan ikan nilem dilakukan setiap bulannya pada minggu ketiga pada tiga stasiun yang sudah ditentukan. Penentuan stasiun didasarkan pada lokasi yang diperkirakan tempat ikan nilem bergerombol dan kemudahan dalam pemasangan jaring insang.



Gambar 1. Peta lokasi stasiun penelitian Waduk Benanga, Samarinda Kalimantan Timur. Stasiun 1. inlet Waduk Benanga; stasiun 2. di sekitar karamba jaring apung; stasiun 3. lokasi nelayan setempat menangkap ikan. Sumber peta: <https://www.google.com>.

Stasiun 1 berlokasi di sekitar inlet Wa-duk Benanga yang berasal dari Sungai Pampang Kiri (hulu Sungai Karang Mumus) dengan posisi koordinat $0^{\circ} 24' 20.80''$ LS dan $117^{\circ} 11' 38.66''$ BT. Lokasi ini memiliki lubuk dengan kedalaman air 2-2,5 m, substrat dasar pasir berlumpur, berarus lambat, air keruh pada waktu musim penghujan, di badan perairan terdapat tumbuhan air dan di bagian tepi ditumbuhi vegetasi hutan dan kebun masyarakat.

Stasiun 2 berlokasi di sekitar karamba jaring apung milik nelayan, dengan posisi koordinat $0^{\circ} 24' 33.47''$ Lintang Selatan dan $117^{\circ} 11' 37.82''$ Bujur Timur. Lokasi ini memiliki kedalaman air 1,5-2 m, substrat berlumpur, berarus tenang, air jernih, ditemukan tumbuhan air yang mengapung dan tenggelam serta sisa sisa pelet pakan ikan yang berasal dari karamba jaring apung.

Stasiun 3 berlokasi di sekitar tempat nelayan memasang perangkap ikan, dengan posisi koordinat $0^{\circ} 24' 36.84''$ Lintang Selatan dan $117^{\circ} 11' 36.74''$ Bujur Timur. Lokasi ini memiliki kedalaman air 1-2,5 m, substrat berlumpur, air jernih dan arus tenang, terdapat tumbuhan air yang mengapung dan tenggelam serta di beberapa tempat ditemukan tumbuhan rawa dan beberapa lubuk-lubuk kecil.

Alat tangkap yang digunakan adalah jaring insang eksperimental berukuran mata jaring 1; 1,5, 2, dan 3 inci dengan panjang 10 m dan tinggi 1,5 m. Pengambilan contoh ikan dilakukan dua kali sehari selama 3 hari pada setiap bulan, dilaksanakan di minggu ketiga, mulai dari bulan Januari hingga Mei 2019. Pemasangan jaring insang dilakukan pada pagi hari mulai pukul 06.00-10.00 WITA dan siang hari pukul 12.00-16.00 WITA. Pengecekan jaring insang dilakukan setiap 2 jam sekali. Jumlah ikan nilem yang dikoleksi sebanyak yang tertangkap pada setiap

bulannya. Ikan nilem yang tertangkap pada jaring insang ditampung di dalam kotak *styrofoam* yang diisi dengan potongan es. Contoh ikan difoto menggunakan kamera merk Cannon.

Pengukuran dan penimbangan ikan

Panjang total ikan diukur mulai dari ujung rahang terdepan hingga ujung sirip ekor, menggunakan kaliper digital dengan ketelitian 0,01 mm. Bobot ikan ditimbang menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 0,01 g, sedangkan bobot gonad ditimbang dengan menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 0,0001 g.

Jenis kelamin dan tingkat kematangan gonad

Jenis kelamin (testis dan ovarium) ditentukan dengan melihat morfologis gonad dengan cara dibedah. Tingkat kematangan gonad (TKG) ditentukan menurut klasifikasi Andy Omar (2010), berdasarkan bentuk, warna, ukuran, serta perkembangan isi gonad. Bobot gonad pada masing-masing TKG ditimbang. Sebanyak 30 gonad betina dalam kondisi TKG IV diperiksa untuk perhitungan fekunditas dan pengukuran diameter telur.

Penghitungan fekunditas

Analisis fekunditas dilakukan pada gonad betina TKG IV (Murua & Saborido-Rey 2003). Sampel subgonad dari 30 gonad betina TKG IV diambil masing-masingnya di tiga bagian gonad (anterior, tengah dan posterior). Bagian sampel subgonad yang mengandung butir telur ditimbang sebanyak 0,1-0,2g menggunakan timbangan digital, selanjutnya butir telur tersebut diletakkan di dalam cawan petri berisi larutan etanol 60 ml, formaldehida 30 ml dan 10 ml asam asetat glasial. Larutan ini berfungsi untuk

mencuci lendir dan mencegah telur menempel, serta memudahkan pengamatan. Butir telur dihitung di bawah mikroskop cahaya stereo (Nikon, YS-100) menggunakan *hand tally counter*. Jumlah telur dan bobot dari tiga subgonad digunakan untuk menghitung fekunditas absolut dengan metode gravimetri (Biswas 1993).

Pengukuran diameter telur

Jumlah telur yang diukur diameternya dilakukan pada 30 gonad betina TKG IV. Sampel telur dari tiga bagian gonad (anterior, tengah dan posterior) diambil dan dimasukkan dalam cawan petri yang berisi larutan etanol 60 ml, formaldehid 30 ml dan asam asetat glasial 10 ml dan selanjutnya diaduk merata. Sebanyak 30 butir telur dari sampel subgonad yang telah diaduk merata diambil menggunakan kuas kecil dan disusun di permukaan gelas objek untuk diukur diameternya. Pengukuran diameter telur menggunakan mikroskop yang dilengkapi mikrometer okuler dan telah dikalibrasi pada perbesaran (5x10).

Data panjang total, bobot, jenis kelamin, tingkat kematangan gonad, diameter dan jumlah telur dicatat. Data tersebut digunakan untuk menganalisis ukuran panjang dan bobot, nisbah kelamin, indeks kematangan gonad, waktu pemijahan, ukuran ikan kali pertama matang gonad, fekunditas dan tipe pemijahan.

Pengukuran kualitas air

Pengukuran suhu air (°C), derajat kea-saman (pH), oksigen terlarut (mgL⁻¹) menggunakan alat pengukur kualitas air digital merk Lutron, kekeruhan air (NTU) menggunakan Turbidity meter merk Lutron, kecepatan arus menggunakan meteran dan bola pingpong, kedalaman air

menggunakan tongkat berskala. Pengukuran dilakukan *in situ* sebanyak tiga kali pada masing-masing stasiun (Bain & Stevenson 1999). Data curah hujan dan jumlah hari hujan diunduh dari laman Badan Meteorologi, Klima-tologi, dan Geofisika (BMKG) tersedia di laman <http://dataonline.bmkg.go.id/home>.

Analisis data

Nisbah kelamin ditentukan dengan menghitung jumlah ikan jantan dan betina dengan menggunakan rumus (Effendie 1979):

$$X = \frac{J}{B}$$

Keterangan: X= nisbah kelamin, J= jumlah ikan jantan (ekor), B= jumlah ikan betina (ekor).

Nisbah kelamin yang diperoleh diuji menggunakan *Chi-Square* (X²) pada taraf 95% untuk mengetahui keseimbangannya (Steel & Torrie 1993).

Indeks kematangan gonad dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Brown-Peterson *et al.* 2001):

$$IKG = [BG / (BT - BG) \times 100]$$

Keterangan: IKG= indeks kematangan gonad; BG= bobot gonad total (g); BT= bobot tubuh (g).

Pendugaan ukuran ikan kali pertama matang gonad dianalisis menggunakan rumus Spearman-Karber (Udupa 1986):

$$m = \left[x_k + \left(\frac{x}{2} \right) - \left(x \sum p_i \right) \right]$$

$$M = \text{antilog } m \pm 1,96 \sqrt{x^2 - \sum \frac{(p_i x q_i)}{(n-1)}}$$

Keterangan: m= log panjang ikan pada kematangan gonad pertama; x_k= log nilai tengah kelas panjang yang terakhir ikan telah matang gonad; x= log pertambahan panjang pada nilai tengah; p_i= proporsi ikan matang gonad pada kelas panjang ke-i dengan jumlah ikan pada selang panjang ke-i; n_i= jumlah ikan pada kelas panjang ke-i; q_i= 1 - p_i; M= panjang ikan kali pertama matang gonad sebesar antilog m.

Perhitungan fekunditas ditentukan dengan rumus berikut:

$$F = \frac{G \times f}{g}$$

Data fekunditas yang diperoleh selanjutnya dikaitkan dengan panjang total dan bobot tubuh ikan menggunakan rumus Brodziak (2012) sebagai berikut :

$$F = aL^b \text{ or } \text{Log } F = \text{Log } a + b \text{ Log } L$$

$$F = aW^b \text{ or } \text{Log } F = \text{Log } a + b \text{ Log } W$$

Keterangan : F= fekunditas; G= bobot total gonad (gram); f= jumlah telur dalam subsampel gonad (butir); g= bobot subsampel gonad (g); L= panjang tubuh (mm); W= bobot tubuh (g); a= intersep; b= kemiringan

Frekuensi relatif sebaran diameter telur pada setiap selang kelas dihitung dengan menggunakan rumus:

$$FR = \frac{mi}{M} \times 100$$

Keterangan: FR=frekuensi relatif diameter telur, mi = jumlah diameter telur pada selang ke i ; M =jumlah total butir telur yang diperiksa.

Frekuensi relatif diameter telur pada masing-masing selang kelas dianalisis dalam bentuk grafik histogram. Perhitungan dibantu dengan menggunakan Microsoft Excel 2010.

Hasil

Jumlah, ukuran dan nisbah kelamin

Jumlah total ikan nilem yang tertangkap sebanyak 278 ekor, terdiri atas 92 ekor jantan (33,09%) dengan panjang 76,95-193,52 mm dan bobot 5,12-79,21 g, sedangkan betina sebanyak 186 ekor (66,91%) dengan panjang 72,21-196,57 mm, dan bobot 4,17-89,21 g (Tabel 1). Nisbah kelamin diperoleh 92 jantan : 186 betina atau 1 jantan : 2,02 betina. Uji *Chi-square* menunjukkan nisbah kelamin ikan nilem tersebut tidak seimbang atau $X^2_{hit} (31,78) > X^2_{tabel (db =1)} (3,84)$ berbeda nyata pada taraf 95% dari nisbah 1:1.

Tingkat kematangan gonad dan ukuran ikan kali pertama matang gonad

Berdasarkan hasil pemeriksaan tingkat kematangan gonad (TKG) ditemukan ukuran terkecil ikan jantan matang gonad adalah 106,26 mm dan bobot 14,37 g, sedangkan betina 111,71 mm dan bobot 15,90 g. Perhitungan dengan menggunakan metoda Spearman-Karber diperoleh ukuran rata-rata ikan pertama kali matang gonad pada jantan 136,08 mm dengan kisaran 128,76-141,57 mm, sedangkan pada betina diperoleh rata-rata 137,38 mm dengan kisaran 128,60-141,64 mm. Angka ini menunjukkan ukuran panjang antara ikan jantan dan betina saat mencapai kali pertama matang gonad hampir sama (Gambar 2).

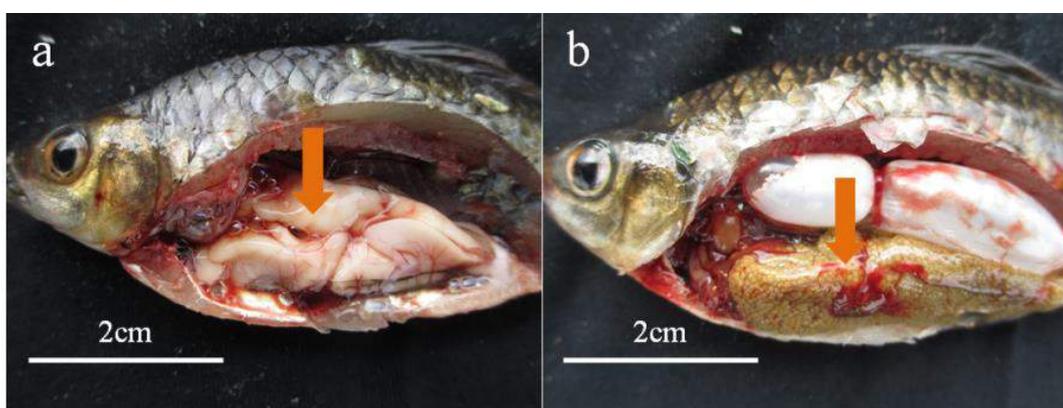
Frekuensi relatif ikan jantan matang gonad sebesar 75% dan belum matang gonad sebesar 25%, sedangkan ikan betina matang gonad sebesar 83,33% dan belum matang gonad sebesar 16,67%. Nisbah kelamin ikan jantan dan betina kondisi matang gonad tersebut selama bulan penangkapan adalah 1 : 2,4, dan secara statistik tidak seimbang $X^2_{hit} (28,82) > X^2_{tabel (db =1)} (3,84)$ atau menyimpang dari nisbah 1:1 pada taraf kepercayaan 95%. Ikan nilem matang gonad (TKG IV) selalu ditemukan setiap bulan penangkapan, dengan rata-rata frekuensi pada jantan 75% dan betina 83,33%. Frekuensi ikan nilem jantan dan betina matang gonad tertinggi ditemukan >90% pada bulan Mei (Gambar 3).

Indeks kematangan gonad

Indeks kematangan gonad (IKG) ikan nilem jantan dan betina meningkat seiring dengan bertambahnya bobot gonad dan TKG, kecuali pada TKG V terjadi penurunan bobot testis dan ovari karena sel sperma dan sel telur telah

Tabel 1 Kisaran panjang dan bobot ikan nilem jantan dan betina di perairan Waduk Benanga

Bulan	Jantan			Betina		
	Jumlah	Panjang (mm)	Bobot (g)	Jumlah	Panjang (mm)	Bobot (g)
Jan'2019	20	120,29-167,66	19,33-54,14	40	72,21-171,39	4,17-66,86
Feb' 2019	11	76,95-165,98	5,12-45,08	24	73,82-176,06	4,37-56,71
Mar'2019	21	132,33-193,52	28,48-79,21	52	132,7-196,57	28,65-89,21
Apr'2019	30	76,99-155,96	5,20-46,59	36	96,4-183,24	10,56-69,61
Mei'2019	10	116,50-172,72	19,12-52,49	34	131,73-180,57	32,10-74,84
Jan-Mei	92	76,95-193,52	5,12-79,21	186	72,21-196,57	4,17-89,21



Gambar 2 Morfologi gonad ikan nilem jantan dan betina (a) testis dan (b) ovarium

dikeluarkan pada saat memijah. Indeks kematangan gonad ikan nilem jantan dan betina paling tinggi ditemukan pada TKG IV (Tabel 2). Keterkaitan rata-rata IKG dengan musim (curah hujan dan jumlah hari hujan) pada setiap bulannya (Gambar 4). Rata-rata IKG pada jantan lebih rendah dibandingkan betina. Nilai IKG jantan berkisar 3,47-6,88, sedangkan betina berkisar 7,36-13,16.

Nilai IKG tertinggi ditemukan pada bulan Mei (Jantan 6,88 dan betina 13,16). Pergerakan rata-rata IKG jika dihubungkan dengan musim (curah hujan dan jumlah hari hujan) menunjukkan rata-rata IKG ikan jantan dan betina meningkat dengan adanya peningkatan curah hujan dan jumlah hari hujan. Peningkatan rata-rata IKG pada ikan jantan dan betina paling

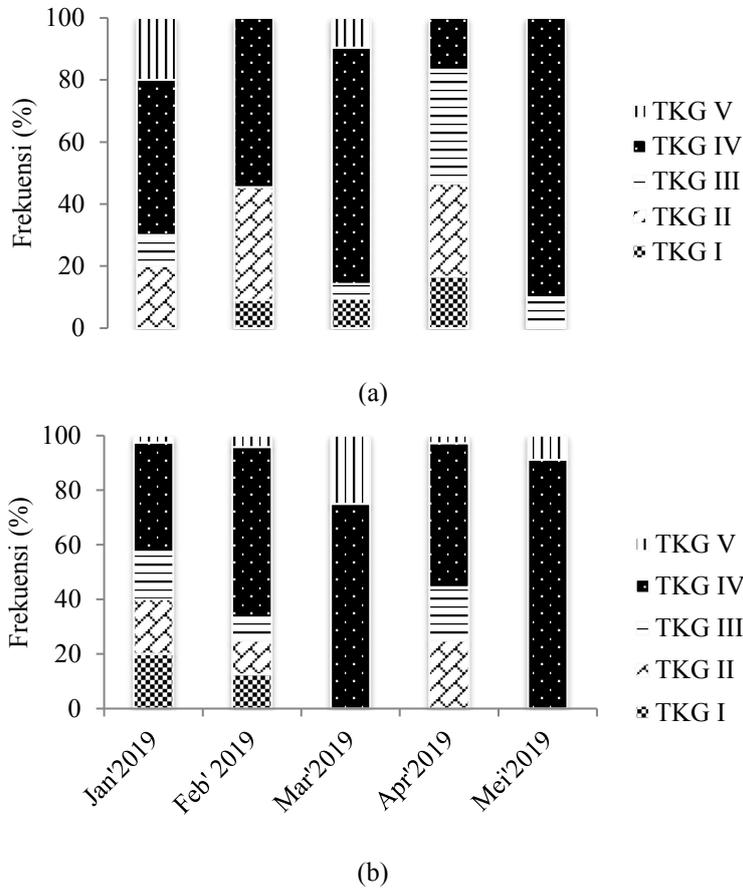
tinggi terjadi pada bulan Mei yang bersamaan dengan naiknya curah hujan dan jumlah hari hujan.

Fekunditas

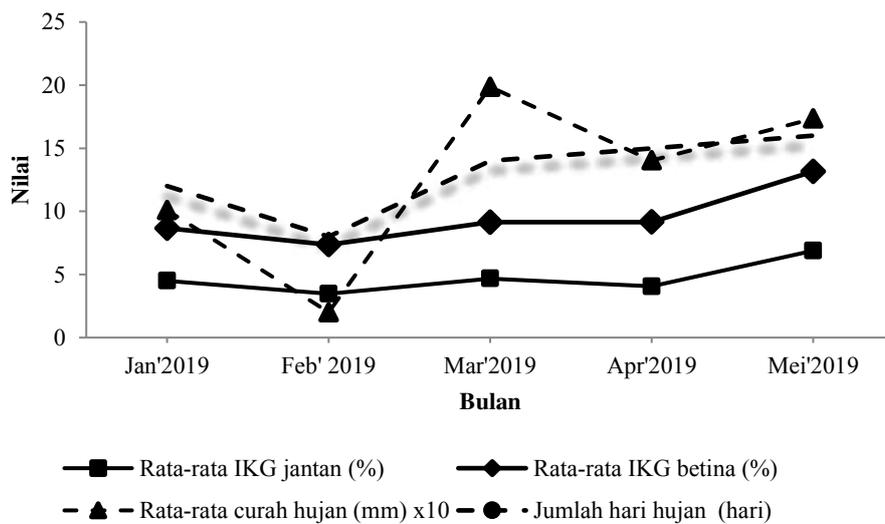
Fekunditas total ikan nilem berkisar 7.312-22.923 butir individu⁻¹ (n= 30 gonad) dengan ukuran panjang ikan berkisar 135,75-196,57 mm. Fekunditas terendah ditemukan pada ikan dengan kelas ukuran panjang 135,75-146,74 mm, sedangkan fekunditas tertinggi ditemukan pada ikan nilem dengan kelas ukuran panjang 190,75-201,74 mm. Jika nilai rata-rata fekunditas ikan dikaitkan dengan kelas panjang tubuh ikan terlihat adanya peningkatan rata-rata fekunditas dengan bertambahnya kelas ukuran panjang tubuh. Dengan demikian ikan dewasa matang

gonad berukuran lebih besar juga memiliki fekunditas yang lebih tinggi dibandingkan

dengan ikan yang berukuran lebih kecil (Gambar 5).



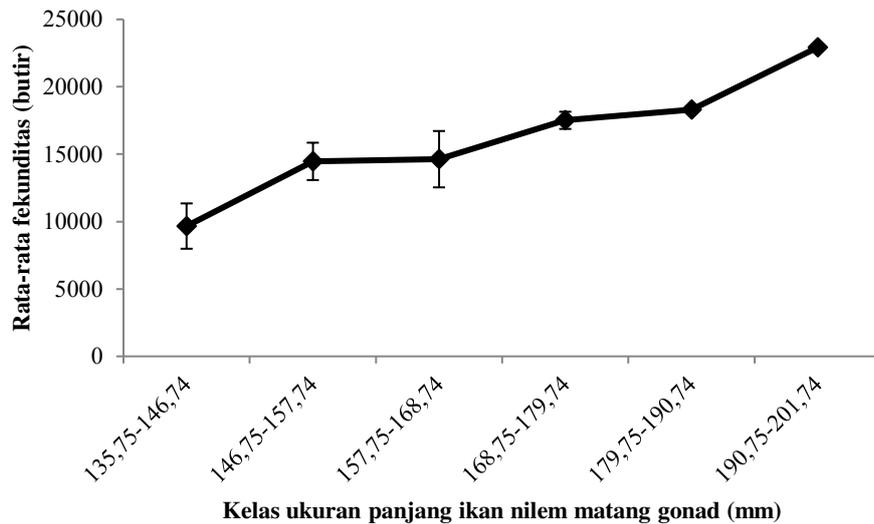
Gambar 3 Frekuensi tingkat kematangan gonad (TKG) ikan nilem (a) jantan (n= 92) dan (b) betina (n=186) di perairan Waduk Benanga, Kalimantan Timur



Gambar 4 Hubungan indeks kematangan gonad (IKG) ikan nilem dengan curah hujan dan jumlah hari hujan di perairan Waduk Benanga, Kalimantan Timur

Tabel 2 Indeks kematangan gonad (IKG) dan bobot gonad ikan nilem jantan dan betina di perairan Waduk Benanga, Kalimantan Timur

Kelamin	TKG	N	IKG			Bobot gonad (g)		
			Kisaran	Rataan	Simpangan baku	Kisaran	Rataan	Simpangan baku
Jantan	I	8	0,36-4,81	1,98	1,57	0,12-0,25	0,16	0,05
	II	15	0,37-6,57	2,34	1,97	0,12-1,03	0,31	0,27
	III	15	2,80-9,21	5,36	1,79	0,50-3,33	1,16	0,75
	IV	50	3,44-10,05	6,18	1,65	0,61-4,43	2,51	0,97
	V	4	0,39-6,61	2,87	2,88	0,19-1,95	0,93	0,84
Betina	I	11	1,39-2,99	2,41	0,43	0,10-0,30	0,15	0,08
	II	20	2,26-3,20	2,53	0,28	0,24-0,37	0,29	0,04
	III	16	4,10-11,42	7,17	2,43	0,47-3,95	1,18	0,85
	IV	120	2,89-24,62	13,22	3,49	1,31-15,34	5,84	2,61
	V	19	0,59-6,33	2,94	1,55	0,34-2,52	1,18	0,54



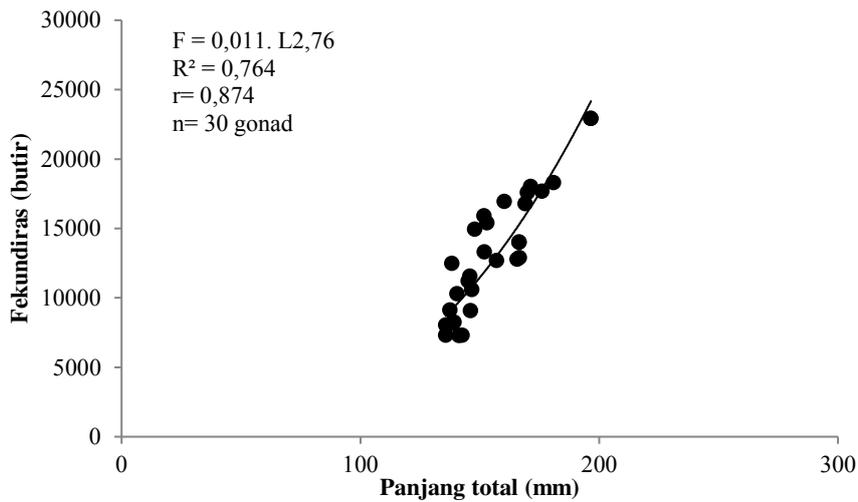
Gambar 5 Rata-rata fekunditas ikan nilem menurut kelas panjang

Model regresi hubungan fekunditas dan panjang tubuh adalah $F = 0,011 \cdot L^{2,76}$, sedangkan antara fekunditas dan bobot tubuh adalah $F = 307,7 \cdot W^{0,967}$ (Gambar 6 dan 7). Nilai koefisien korelasi (r) persamaan regresi antara fekunditas dan panjang tubuh adalah 0,874, sedangkan nilai koefisien korelasi antara fekunditas dan bobot tubuh adalah 0,869. Nilai koefisien korelasi antara fekunditas dan panjang tubuh serta fekunditas dan bobot tubuh diperoleh nilai cukup

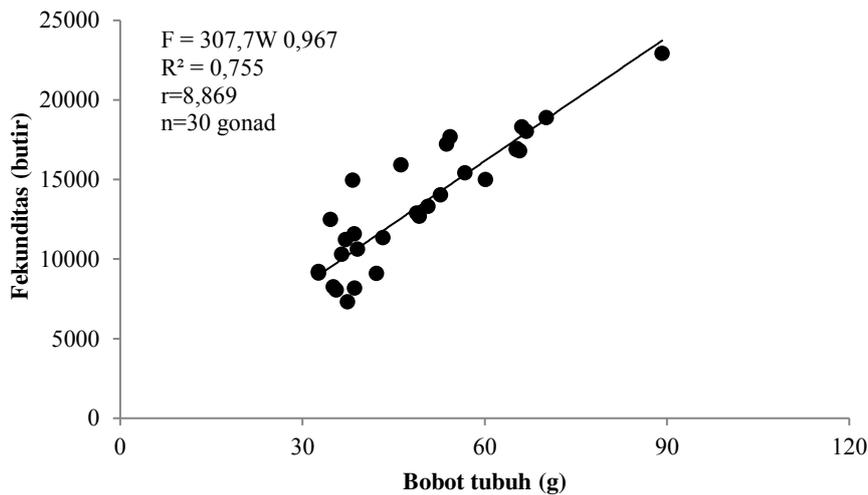
tinggi, sehingga kedua model regresi ini dapat digunakan untuk memprediksi fekunditas ikan nilem dari panjang dan bobot tubuhnya.

Sebaran diameter telur dan tipe pemijahan

Diameter telur ikan nilem yang diukur berkisar antara 0,6-1,94 mm ($n=900$ butir telur) dari 30 gonad betina TKG IV yang diperiksa. Analisis terhadap sebaran kelas diameter telur ditemukan ada 11 kelas ukuran. Berdasarkan



Gambar 6 Regresi hubungan fekunditas (butir) dan panjang (mm) ikan nilem



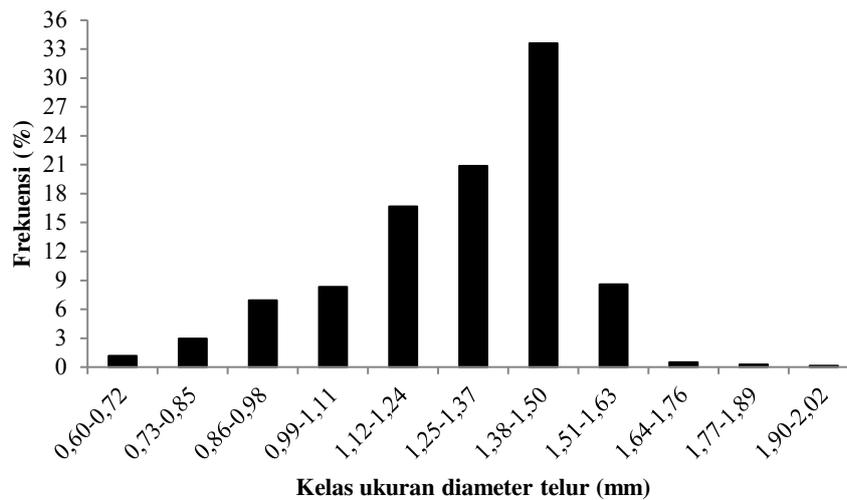
Gambar 7 Regresi hubungan fekunditas (butir) dan bobot (g) ikan nilem

sebarannya, hanya ada satu modus yang dominan yaitu kelas ukuran 1,38-1,50 mm dengan frekuensi 33,59%. (Gambar 8).

Kualitas air

Pengukuran kualitas perairan di Waduk Benanga menunjukkan suhu air berkisar 26,8-

28,5 °C, oksigen terlarut berkisar 3,9-5,1 mgL⁻¹, pH berkisar 6,27-7,32, kekeruhan berkisar 32,27-58,94 NTU. Kecepatan arus bervariasi berkisar 0,001-0,396 mdt⁻¹, kedalaman air 1,5-2,5 m, dengan substrat dasar berlumpur serta ditumbuhi tumbuhan air baik yang tenggelam maupun mengapung.



Gambar 8 Sebaran frekuensi kelas ukuran diameter telur ikan nilem matang gonad

Pembahasan

Kisaran panjang total dan bobot ikan nilem yang ditemukan di perairan Waduk Benanga lebih kecil jika dibandingkan dengan laporan dari beberapa peneliti. Andy Omar (2010) melaporkan panjang total ikan nilem berkisar 118-256 mm dan bobot 19,51-236,77g di perairan Danau Sidenreng, Sulawesi Selatan; Rochmatin *et al.* (2014) melaporkan kisaran panjang total ikan nilem berkisar 100-250 mm dan bobot 23-244,1 gram di perairan Rawa Pening, Kabupaten Semarang; Putri *et al.* (2015) melaporkan kisaran panjang total ikan nilem 110-227 mm dan bobot 15,79-171,43 g di Danau Telaga, Sulawesi Tengah. Syandri *et al.* (2015) melaporkan panjang total dan bobot ikan nilem dari beberapa perairan di Sumatera Barat, menemukan panjang total ikan nilem berkisar dari 125-246 mm dan bobot 74-214 g di Danau Singkarak, panjang berkisar 122-212 mm dan bobot 55,6-124,4 g di Sungai Antokan, panjang berkisar dari 160 – 262 mm dan bobot 112,9-277,3 g di Danau Koto Panjang. Data dari laman fishbase didapatkan panjang maksimal ikan ni-lem mencapai 320 mm (Froese & Pauly 2019).

Lebih kecilnya ukuran panjang dan bobot ikan nilem dalam penelitian ini (Tabel 1) dibandingkan dengan peneliti lainnya diduga diakibatkan oleh perbedaan kondisi lingkungan perairan terutama ketersediaan sumber makanan alami dan kualitas perairan. Jusmaldi & Hariani (2018) dalam penelitiannya pada ikan wader bintik (*Barbodes binotatus* Valenciennes, 1842) di Sungai Barambai Samarinda mengatakan salah satu faktor utama yang berpengaruh terhadap perbedaan ukuran panjang dan bobot ikan pada lokasi geografis berbeda disebabkan oleh perbedaan kualitas perairan. Selanjutnya Li & Gelwick (2005) mengemukakan ketersediaan sumber pakan alami pada perairan memberikan kondisi lingkungan yang lebih baik untuk pertumbuhan ikan.

Wootton & Smith (2015) mengatakan ada dua faktor utama penyimpangan nisbah kelamin ikan, pertama adalah *genetic sex determination* (GSD), yaitu perbedaan mortalitas antara jenis kelamin jantan dan betina yang ditentukan oleh faktor genetik; kedua adalah *enviromental sex determination* (ESD) yaitu kisaran faktor-faktor lingkungan yang memengaruhi nisbah kelamin

seperti: suhu, pH, laju pertumbuhan, kepadatan, kondisi hipoksia, dan predasi.

Dalam penelitian ini, dominasi jenis kelamin betina daripada jantan disebabkan oleh faktor kondisi perairan yang cukup baik, terlihat dari hasil pengukuran kualitas air terutama: suhu air berkisar 26,8-28,5°C, kandungan oksigen terlarut berkisar 3,9-5,1 mgL⁻¹, dan pH mendekati netral. Baroiller & Cotta (2001) menjelaskan dalam kondisi menguntungkan seperti: suhu lebih rendah dan pH mendekati netral, jenis kelamin ikan betina lebih dominan daripada jantan, namun sebaliknya peningkatan suhu lebih tinggi dapat menginduksi ekspresi gen 11β-hidroksilase yang merupakan enzim kunci penghasil androgen 11-oxigenase penyebab maskulinisasi.

Ikan nilem kondisi matang gonad (TKG IV) selalu ditemukan setiap bulannya, dengan rata-rata frekuensi relatif 75% dan 83,33% pada jantan dan betina. Hal yang serupa juga dilaporkan oleh Andy Omar (2010) dan Putri *et al.* (2015) yang mencatat rata-rata frekuensi relatif ikan matang gonad adalah 53,15% dan 95,58% pada jantan dan 85,79% dan 92,28% pada betina. Berdasarkan frekuensi relatif ikan nilem matang gonad yang dominan ditemukan setiap bulannya, menunjukkan pemijahan ikan nilem di Perairan Waduk Benanga dapat terjadi setiap bulan dan frekuensi tertinggi terjadi pada bulan Mei (Gambar 3).

Indeks kematangan gonad ikan nilem berfluktuasi mengikuti rata-rata curah hujan dan jumlah hari hujan. Indeks kematangan gonad tertinggi pada kedua jenis kelamin terjadi bulan Mei pada saat curah hujan dan jumlah hari hujan meningkat (Gambar 4). Dengan indikasi TKG dan IKG tertinggi diperkirakan puncak pemijahan ikan nilem terjadi di bulan Mei. Jusmaldi *et*

al. (2019) juga mencatat peningkatan IKG dan TKG berkaitan dengan naiknya curah hujan dan jumlah hari hujan pada spesies ikan lais di rawa banjiran Sungai Mahakam. Selanjutnya Khelifi *et al.* (2019) mengatakan beberapa faktor lingkungan yang menyebabkan peningkatan IKG pada spesies *Carassius carassius* (Cyprinidae) pada awal musim hujan (Desember–April) di bendungan Beni Haroun, Algeria disebabkan oleh faktor perubahan suhu air, kenaikan permukaan air, dan penurunan konduktivitas air yang menjadi faktor pemicu pemijahan.

Indeks kematangan gonad ikan nilem betina dalam penelitian ini lebih besar daripada jantan, hal ini dapat difahami karena bobot gonad ikan nilem betina lebih berat dibandingkan bobot gonad jantan pada TKG yang sama (Tabel 2). Uslichah & Syandri (2003) juga menemukan rata-rata IKG ikan nilem betina lebih besar daripada jantan yaitu 13,70% pada ikan betina dan 9,38% pada ikan jantan.

Nilai IKG pada setiap spesies dan dalam spesies yang sama dapat bervariasi yang dipengaruhi oleh bentuk tubuh dan ukuran ikan. Dalam penelitian ini nilai rata-rata IKG ikan nilem diperoleh 3,47-6,88 pada jantan dan 7,36-13,16 pada betina. Pada spesies *Puntius sophore* dengan bentuk tubuh pipih memiliki nilai IKG 15,45 ± 2,20 pada ikan betina (Hasan *et al.* 2018). Pada ikan lais (*Ompok miostoma*) dengan bentuk tubuh pipih dan rongga tubuh kecil memiliki nilai IKG 0,68 ± 0,12 pada ikan jantan dan 5,30-2,08 pada ikan betina (Jusmaldi *et al.* 2019), sedangkan pada *Hemibagrus menoda* (sejenis baung) dengan bentuk tubuh seperti torpedo dan rongga perut yang besar, memiliki rata-rata IKG pada ikan betina 12,50 ± 4,97 (Jega *et al.* 2018).

Ukuran ikan nilem kali pertama matang gonad antarjenis kelamin dalam penelitian ini

hampir sama, tetapi ukuran tersebut lebih kecil jika dibandingkan dengan penelitian Andy Omar (2010) yang mendapatkan rata-rata panjang pada jantan 147 mm dan betina 150 mm. Lebih kecilnya ukuran ikan nilem di Waduk Benanga saat kali pertama matang gonad diduga sebagai salah satu strategi reproduksi ikan tersebut dalam mempertahankan keberlanjutan populasinya dalam menghadapi kondisi lingkungan, terutama ketersediaan sumber makanan yang dalam hal ini perlu penelitian lebih lanjut.

Menurut Gomiero *et al.* (2008) ukuran ikan kali pertama matang gonad merupakan variabel strategi reproduksi pada ikan, selain nisbah kelamin, periode dan tipe pemijahan, perkembangan oosit, dan fekunditas. Menurut Andy Omar *et al.* (2011) pada ikan jantan maupun betina, umur kali pertama memijah bergantung kepada kondisi lingkungan yang sesuai. Pada lingkungan yang tidak sesuai untuk tumbuh dan mempertahankan sintasan, ikan-ikan cenderung akan menurunkan tingkat pertumbuhan dan sintasan, sehingga reproduksi cenderung akan berlangsung pada umur lebih muda. Selanjutnya Gomiero & Braga (2005) menyatakan ketersediaan sumber makanan dapat memengaruhi ukuran panjang ikan pada saat kali pertama matang gonad.

Pengetahuan ukuran ikan kali pertama matang gonad penting dalam pengelolaan stok yaitu untuk menentukan ukuran mata jaring yang akan digunakan. Dalam penelitian ini ukuran mata jaring yang disarankan berdasarkan rata-rata tinggi tubuh ikan dibagi dengan rata-rata panjang total ikan dan dikali dengan ukuran ikan kali pertama matang gonad diperoleh ukuran mata jaring di atas 2 inci, agar ikan nilem yang tertangkap telah mengalami matang gonad minimal satu kali sebelum ditangkap.

Fekunditas ikan nilem dalam penelitian ini berkisar 7312-22.923 butir individu⁻¹ dengan panjang total berkisar 135,75-196,57 mm dan bobot 32,63-89,21 g. Rostika *et al.* (2017) di Jawa Barat mendapatkan fekunditas ikan nilem berkisar 26.200-123.880 butir telur dengan panjang 106-274 mm dan bobot 108-418 g. Berbeda fekunditas ikan nilem dalam penelitian ini disebabkan oleh perbedaan ukuran ikan sehingga menghasilkan perbedaan fekunditas. Menurut Bone & Moore (2008) fekunditas berkaitan erat dengan ukuran ikan dan diameter telur. Lebih lanjut dikatakan ukuran ovarium dibatasi oleh ukuran ikan, sehingga ikan betina dengan fekunditas tinggi akan memiliki diameter telur yang kecil dan rongga perut yang besar demikian juga sebaliknya. Dewantoto *et al.* (2019) menambahkan ikan yang hidup di perairan yang kurang subur umumnya memiliki fekunditas lebih rendah.

Ukuran diameter telur ikan nilem dalam penelitian ini sedikit lebih besar dibandingkan dengan penelitian Syandri *et al.* (2015) yang menemukan diameter telur ikan nilem berkisar 0,78-1,15 mm di perairan di Sumatera Barat; Putri *et al.* (2015) menemukan diameter telur ikan nilem berkisar 0,535-1,285 mm di Danau Telaga, Sulawesi Tengah. Lebih besarnya ukuran diameter telur ikan nilem dalam penelitian ini diduga berkaitan dengan tingginya ketersediaan garam mineral (CaCO_3) yang berkaitan dengan pembentukan sel telur, dan dalam hal ini diperlukan penelitian lebih lanjut.

Frekuensi sebaran diameter telur ditemukan hanya ada satu modus yang dominan dan ada 11 kelas ukuran sel telur dalam ovarium (Gambar 8). Berdasarkan frekuensi sebaran diameter telur tersebut, diketahui pola pemijahan ikan nilem dikategorikan ke dalam kelompok ikan *group*

synchronous (Murua & Saborido-Rey 2003) yang mengeluarkan telurnya secara serempak pada saat memijah. Pola pemijahan serempak pada ikan nilem juga dilaporkan oleh beberapa peneliti lainnya (Uslichah & Syandri 2003; Andy Omar 2010; Putri *et al.* 2015).

Secara umum kondisi perairan di Waduk Benanga masih cukup baik mendukung siklus reproduksi ikan nilem. Kondisi perairan yang dimaksud seperti suhu berkisar 26,8-28,5 °C, oksigen terlarut berkisar 3,9-5,1 mgL⁻¹, pH netral, kekeruhan berkisar 32,27-58,94 NTU, kedalaman berkisar 1,5-2,5 m, kecepatan arus lambat, serta substrat berlumpur dan adanya jenis-jenis tumbuhan air sebagai sumber makanan. Menurut Froese & Pauly (2019) ikan nilem dewasa dapat ditemukan di berbagai tipe habitat, seperti di sungai besar berarus lambat dengan substrat berlumpur atau berpasir, menghuni dasar perairan dengan suhu berkisar 22-26°C, pH berkisar 6,5-7,0, dan kedalaman lebih dari 5 meter.

Ikan nilem merupakan ikan konsumsi sehari-hari masyarakat di Waduk Benanga. Tingginya permintaan akan jenis ikan ini di pasar mengakibatkan nelayan melakukan penangkapan lebih, selain alat tangkap menggunakan arus listrik. Hal ini dapat memengaruhi kelangsungan stok ikan tersebut. Untuk itu diperlukan pengaturan aktivitas penangkapan dan alat tangkap yang digunakan. Rekomendasi yang disarankan adalah penggunaan ukuran mata jaring di atas 2 inci agar ikan nilem yang tertangkap telah mengalami matang gonad minimal satu kali sebelum ditangkap dan jumlah tangkapan tidak melebihi 10% dari potensi reproduksinya dalam satu siklus pemijahan. Pembatasan kegiatan penangkapan perlu dilakukan pada saat puncak musim pemijahan pada bulan Mei dan pelarangan penggu-

naan alat tangkap menggunakan arus listrik. Upaya domestikasi dapat dijadikan alternatif pelestarian ikan nilem berdasarkan informasi biologi reproduksi yang diperoleh. Melalui kebijakan pengaturan penangkapan, upaya domestikasi dan pembenihan, diharapkan ketersediaan jenis ikan tersebut di alam dapat terjaga.

Simpulan

Ikan nilem dominan tertangkap di Waduk Benanga setiap bulannya berada pada TKG IV, dengan nisbah kelamin tidak seimbang. Ukuran ikan nilem kali pertama matang gonad antara kedua jenis kelamin hampir sama. Puncak pemijahan terjadi pada musim penghujan yaitu bulan Mei dengan nilai persentase TKG IV >90%, IKG jantan 6,88 dan IKG betina 13,16. Fekunditas berkisar 7312-22.923 butir individu⁻¹, diameter telur berkisar 0,6-1,94 mm, dan pola pemijahan terjadi serempak. Pengelolaan yang disarankan dalam upaya konservasi ikan nilem di Waduk Benanga adalah pengaturan ukuran mata jaring di atas 2 inci, pembatasan penangkapan pada puncak pemijahan di bulan Mei, pelarangan alat tangkap menggunakan arus listrik serta perlindungan kawasan di Waduk Benanga dari erosi.

Persantunan

Kami mengucapkan terimakasih kepada Dekan FMIPA Universitas Mulawarman, atas bantuan biaya penelitian melalui skim BOPTN Fakultas MIPA tahun 2019. Ucapan terimakasih juga kami sampaikan kepada Kepala Laboratorium Biologi Dasar atas fasilitas laboratorium, kepada pak Rahman nelayan Waduk Benanga yang telah banyak membantu dalam pengambilan sampel di lapangan. Selanjutnya ucapan terimakasih kami ucapkan juga kepada mahasiswa bimbingan Ratih Kusuma Dewi, Munia-

wati yang banyak membantu dalam pengukuran, pencatatan dan dokumentasi sampel di laboratorium.

Daftar pustaka

- Andy Omar S Bin. 2010. Aspek reproduksi ikan nilem, *Osteochilus vittatus* (Valencien-nes, 1842) di Danau Sidenreng, Sulawesi Selatan. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 10 (2): 111-122.
- Andy Omar S Bin, Salam R, Kune S. 2011. Nisbah kelamin dan ukuran pertama kali matang gonadik endemik bonti-bonti (*Paratherina striata* Aurich, 1935) di Danau Towuti, Sulawesi Selatan. In: Isnansetyo A, Djumanto, Suadi(editor): *Prosiding Seminar Nasional Tahunan VIII Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan Tahun 2011 Jilid II*. Jurusan Perikanan dan Kelautan Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 644 hal.
- Azrita, Syandri H, Junaidi. 2014. Genetic variation among asang fish (*Osteochilus vittatus* Cyprinidae) populations using random amplified polymorphic DNA (RAPD) markers. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 1(6): 213-217.
- Bain MB, Stevenson NJ. 1999. *Aquatic Habitat Assesment Common Methods*. American Fisheries Society Press, Maryland. 224 p.
- Baroiller JF, D'Cotta H. 2001. Environment and sex determination in farmed fish. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 130(4): 399-409
- Biswas SP. 1993. *Manual of Methods in Fish Biology*. South Asian Publisher Pvt Ltd, New Delhi, Indian. 157 p.
- Bone Q, Moore RH. 2008. *Biology of Fishes. Third Edition*. Taylor & Francis Group. New York. 472 p.
- Brodziak J. 2012. Fitting length-weight relationships with linear regression using the log-transformed allometric model with bias-correction. Pacific Islands Fisheries Science Center, National Marine Fisheries Service, NOAA, Honolulu, HI 96822-2396. Pacific Islands Fisheries Science Center. Administrative. Report H-12-03, 4 p.
- Brown-Peterson NJ, Overdreet RM, Lotz JM, Franks JS, Burns KM. 2001. Reproduc-tive biology of cobia, *Rachycentron canadum*, from coastal waters of southern United States. *Fishery Bulletin*, 99(1): 15-28.
- Dewantoro E, Yanto H, Raharjo EI, Juniandy AL. 2019. Aspek biologi reproduksi ikan kebal (*Osteochilus schlegelii*) dari Sungai Kapuas dan Sungai Sekayam Kalimantan Barat. *Jurnal Ruaya*, 7(1): 70 -78.
- Effendie MI. 1979. *Metoda Biologi Perikanan*. Yayasan Dewi Sri. Bogor. 112 hal.
- Froese R, Pauly D. Editors. 2019. FishBase. World wide web electronic publication. www.fishbase.org, version (09/2019).
- Gomiero LM, Garuana L, Braga FMS. 2008. Reproduction of *Oligosarcus hepsetus* (Cuvier, 1819) (Characiformes) in the Serra do Mar State Park, São Paulo, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 68(1): 187-192.
- Gomiero LM, Braga FMS. 2005. The condition factor of fishes from two river basins in Sao Paulo Stae, Southeast of Brazil. *Acta Scientiarum- Biological Sciences* , 27(1): 73-78.
- Hasan T, Hossain MF, Mamun M, Alam MJ, Salam MA, Rafiquzzaman SM. 2018. Reproductive biology of *Puntius sophore* in Bangladesh. *Fishes*, 3(22):1-11.
- Jega IS, Miah MI, Huda NA, Rahman MA, Fatema MK, Haque MM, Shahjahan M. 2018. Reproductive biology of the threatened menoda catfish, *Hemibagrus menoda* (Hamilton, 1822) in the Kangsha River, Bangladesh. *Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 13(1): 39-48.
- Jubaedah I, Hermawan A. 2010. Kajian budi daya ikan nilem (*Osteochilus hasselti*) dalam upaya konservasi sumber daya ikan (studi di Kabupaten Tasikmalaya Provinsi Jawa Barat). *Jurnal Penyuluhan Perikanan dan Kelautan*, 4(1):1-10
- Jusmaldi, Hariani N. 2018. Hubungan panjang-bobot dan faktor kondisi ikan wader bin-tik dua *Barbodes binotatus* (Valencien-nes, 1842) di Sungai Barambai Samarinda, Kalimantan Timur. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 18(2): 87-10.
- Jusmaldi, Solihin DD, Affandi R, Rahardjo MF, Gustiano R. 2019. Biologi reproduksi ikan

- lais *Ompok miostoma* (Vaillant 1902) di Sungai Mahakam, Kalimantan Timur. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 19 (1):13-29.
- Khelifi N, Boucenna I, Kaouachi N, Sahtout F, Bensouilah M, Bouallag C. 2019. Reproductive biology of *Carassius carassius* (Cyprinidae) in Beni Haroun Dam, Algeria. *AACL Bioflux*, 12(3): 822-831.
- Kjelland ME, Woodley CM, Swannack TM, Smith DL. 2015. A review of the potential effects of suspended sediment on fishes: potential dredging-related physiological, behavioral, and transgenerational implications. *Environment Systems & Decisions*. 35(2): 334 – 350.
- Kottelat M. 2013. The fishes of the inland waters of Southeast Asia : a catalogue and core bibliography of the fishes known to occur in freshwaters, mangroves and estuaries. *Raffles Bulletin of Zoology*, Suppl. 27: 1–663.
- Li RY, Gelwick FP. 2005. The relationship of environmental factors to spatial and temporal variation of fish assemblages in a floodplain river in Texas USA. *Ecology of Freshwater Fish*, 14(4): 319-330.
- Murua H, Saborido-Ray F, 2003. Female reproductive strategies of marine fish species of the north Atlantic. *Journal of North-west Atlantic Fisheries Society* 33: 23-31.
- Muryanto T, Sumarno D. 2014. Pengamatan kebiasaan makan ikan nilem (*Osteochilus vittatus*) hasil tangkapan jaring insang di Danau Talaga Kabupaten Donggala Provinsi Sulawesi Tengah. *Buletin Teknik Litkayasa*. 11(1): 51-5.
- Putri MRA, Sugianti Y, Krismono. 2015. Beberapa aspek biologi ikan nilem (*Osteochilus vittatus*) di Danau Talaga, Sulawesi Tengah. *Bawal*, 7(2): 111-120.
- Rahardjo AA, Marliani L. 2007. Nilem: diolah naik derajat. *Trubus*. <http://www.trubus.com> [29 april 2019].
- Rochmatin SY, Solichin A, Saputra SW. 2014. Aspek pertumbuhan dan reproduksi ikan nilem (*Osteochilus hasselti*) di perairan Rawa Pening Kecamatan Tuntang Kabupaten Semarang. *Diponegoro Journal of Maquares Management of Aquatic Resources*, 3(3): 153-159
- Rostika R, Andriani Y, Junianto. 2017. Fecundity performance of nilem (*Osteochilus vittatus*) from Cianjur, Tasikmalaya and Kuningan Districts, West Java, Indonesia. *Asian Journal of Agriculture*, 1(1): 17-21.
- Setiawan Y, Setyaningrum T, Waryati. 2017. Prediksi laju erosi menggunakan sistem informasi geografis (SIG) di daerah Waduk Benanga Lempake Kota Samarinda, Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 1(1): 36-44.
- Steel RGD, Torrie JH. 1993. *Prinsip dan prosedur statistik*. Diterjemahkan oleh Bambang Sumantri. PT Gramedia. Jakarta. 748 hal.
- Subagja J, Gustiano R, Djajasewaka H. 2006. Penentuan dosis hormon steroid dan teknik pemberian untuk feminisasi ikan nilem (*Osteochilus hasselti*). *Laporan Hasil Riset Balai Riset Perikanan Budi-daya Air Tawar Tahun Anggaran 2006*. Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar Bogor, Badan Riset Kelautan dan Perikanan, 300-312 hal.
- Syandri H, Azrita, Junaidi. 2015. Fecundity of bonylip barb (*Osteochilus vittatus* Cyprinidae) in different waters habitats. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 2(4): 1557-163.
- Syandri H. 2004. Penggunaan ikan nilem (*Osteochilus hasselti* CV) dan ikan tawes (*Puntius javanicus* CV) sebagai agen ha-yati pembersih perairan Danau Maninjau, Sumatera Barat. *Jurnal Natur Indonesia*, 6(2): 87-90.
- Tomkiewicz J, Morgan MJ, Burnett J, Saborido-Rey F. 2003. Available information for estimating reproductive Potential of Northwest Atlantic groundfish stocks. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*. 33: 1-21.
- Udupa KS. 1986. Statistical method of estimating the size at first maturity of fishes. *Fishbyte*, 4(2): 8-10.
- Uslichah U, Syandri H. 2003. Aspek reproduksi ikan sasau (*Hampala* sp.) dan ikan lelan (*Osteochilus vittatus* C.V.) di Danau Singkarak. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 3(1): 41-48.

Winarlin L, Setiadi E, Widiyati A, Djajasewaka H. 2006. Pengaruh tingkat kedalaman air terhadap perkembangan pakan alami untuk pertumbuhan benih ikan nilam (*Osteochilus hasselti* CV). Laporan Hasil Riset Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar Tahun

Anggaran 2006. Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar Bogor, Badan Riset Kelautan dan Perikanan, 313-332 hal.

Wootton RJ, Smith C. 2015. *Reproductive Biology of Teleost Fishes*. John Wiley & Sons, Ltd. West Sussex UK. 472 p.

