

PERKEMBANGAN TELUR DAN SPERMA INDUK IKAN BELIDA, *Notopterus chitala* YANG DIPELIHARA DI KOLAM

Anang Hari Kristanto^{*)}, Nuryadi^{*)}, Yosmaniar^{*)}, dan Sutrisno^{*)}

ABSTRAK

Penelitian pengamatan telur dan sperma induk ikan belida (*Notopterus chitala*) yang dipelihara di kolam telah dilakukan dari bulan Agustus 2006—Maret 2007. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perkembangan telur dan sperma induk ikan belida yang dipelihara di kolam. Induk ikan belida dipelihara di kolam dengan pola induk betina saja, induk jantan saja, induk betina dan induk jantan secara bersama. Pengukuran dilakukan terhadap suhu harian, curah hujan, dan konduktivitas selama pemeliharaan serta melihat pengaruhnya terhadap perkembangan telur dan jumlah sperma serta motilitasnya. Selama pengamatan tujuh bulan, peningkatan curah hujan menyebabkan perubahan suhu dan konduktivitas air kolam pemeliharaan dan mempengaruhi jumlah spermatozoa dan motilitasnya demikian juga terhadap perkembangan telurnya. Induk jantan yang dipelihara secara terpisah, setiap bulannya dijumpai induk matang, sedangkan yang dicampur, pada bulan Februari dan Maret tidak dijumpai sperma matang. Pada induk betina baik yang terpisah maupun dicampur, bulan Februari dan Maret tidak dijumpai induk matang.

ABSTRACT: *Sperm and egg development of featherback (Notopterus chitala) broodstock, reared in the pond. By: Anang Hari Kristanto, Nuryadi, Yosmaniar, and Sutrisno*

Research on eggs and sperm development of featherback (Notopterus chitala) reared in earthen pond was conducted during August 2006—March 2007. The aim of the research was to observe the eggs and sperm development. Featherback broodstocks were reared in ponds as female only, male only, and female and male broodstock together. Measurement was done on the daily water temperature, conductivity and amount of rainfall during rearing period and also was observed the eggs development and amount of sperms and their motilities. During the seven months of rearing, increasing the rainfall caused the alteration of temperature and conductivity of pond water. They influenced the amount of sperm and their motility and so did the eggs development. The males broodstock in separated rearing, each month was found matured sperm, while in mixed rearing, on Februari and March was not found. In female broodstock, none of matured female found during February and March.

KEYWORDS: *egg, sperm, featherback, broodstock, rainfall*

PENDAHULUAN

Ikan belida merupakan ikan perairan umum yang banyak dijumpai di perairan sungai dan rawa di Sumatera dan Kalimantan. Masyarakat Palembang banyak yang menggunakan ikan belida sebagai bahan baku pembuatan kerupuk, sehingga harganya menjadi mahal

mencapai Rp 80.000,-/kg. Dengan makin langkanya ikan tersebut, para pengolah kerupuk kesulitan untuk memperolehnya, sebagai gantinya mereka menggunakan ikan gabus atau seluang. Nilai ekonomis ikan belida bertambah, bila digunakan sebagai ikan hias air tawar, sedangkan masyarakat Kalimantan memanfaatkan sebagai pepes ikan belida,

^{*)} Peneliti pada Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar, Bogor

karena kandungan lemaknya yang tinggi sehingga mempunyai rasa yang menarik (Sunarno, 2002).

Menurut Kottelat *et al.* (1993), ada dua spesies ikan belida yang dikenal di alam, yaitu ikan belida (*Notopterus chitala*) dan ikan putak (*Notopterus notopterus*). Ikan belida bersifat karnivora, berbentuk pipih, dan ukuran ikan yang tertangkap bervariasi dari 15 cm—90 cm. Dari hasil pengamatan yang dilakukan oleh Adjie & Utomo dalam Sunarno (2002) ikan belida mempunyai diameter telur 0,15—3,55 cm dan fekunditasnya berkisar 1.194—8.320 butir. Adjie *et al.* (1999) juga melaporkan bahwa ikan belida memijah sepanjang tahun, dengan puncak pemijahan terjadi pada musim kemarau. Ikan belida termasuk dalam kategori ikan air tawar yang dilindungi, karena penangkapan di alam yang berlebihan dan kerusakan lingkungan baik dampak dari pembangunan infrastruktur dan perusakan habitat turut mempercepat penurunan jumlah populasi ikan belida di alam.

Ikan belida di alam menghuni perairan sungai dan rawa banjiran di bagian tengah dari daerah aliran sungai (DAS). Di DAS Musi, Cisadane, dan Sungai Kapuas ikan belida banyak ditemui di sungai yang banyak terdapat ranting atau kayu. Pada kondisi alamiah perkembangan gonad ikan sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, di mana sinyal lingkungan seperti fotoperiod, curah hujan, perubahan suhu, dan substrat akan mengaktifkan syaraf pusat yang diteruskan melalui poros hipotalamus-pituitari dan gonad yang selanjutnya memacu perkembangan gonad dan pemijahan (Lieberman, 1995).

Ikan belida yang digunakan pada penelitian ini berasal dari tangkapan di Sungai Cisadane, Tangerang, Banten dipelihara pada lingkungan kolam, dengan penambahan pakan ikan rucah dan memperoleh pasokan air dari air sungai yang telah difilter dari buangan limbah rumah tangga. Oleh karena itu, pengamatan terhadap perkembangan telur dan sperma selama pemeliharaan di kolam perlu dilakukan. Apabila ikan belida dapat dimatangkan dalam kondisi pemeliharaan kolam tanah, maka pemijahan secara alami dan buatan akan dapat dilakukan.

Tujuan penelitian ini adalah mengamati perkembangan telur dan sperma induk ikan belida pada kondisi pemeliharaan jantan saja, betina saja, dan campuran jantan dan betina, dihubungkan dengan perubahan curah hujan, suhu, dan konduktivitas.

BAHAN DAN METODE

Ikan uji yang digunakan adalah induk ikan belida berukuran sekitar 3 kg yang berasal dari penangkapan di Sungai Cisadane, Tangerang, Banten. Transportasi ikan dari Tangerang ke Bogor dilakukan secara tertutup dengan menggunakan kantong plastik transparan dengan penambahan oksigen, perbandingan air dan oksigen 1:3, masing-masing kantong berisi 1 ekor ikan dan diberi daun pisang kering sebagai pelindung. Induk ikan dipelihara di 3 (tiga) buah kolam tanah berukuran masing-masing 80 m², 80 m², dan 90 m². Pemeliharaan dilakukan sebagai berikut: induk jantan sebanyak 5 ekor, induk betina 5 ekor, dan induk jantan dan betina masing-masing 5 ekor yang dipelihara secara bersama. Semua induk diberi penanda yang mempunyai nomor, terbuat dari plastik dan diikat oleh benang nilon. Selama pemeliharaan induk ikan belida diberikan pakan ikan rucah segar, yang dicampur dengan tepung dan vitamin E sebanyak 400 mg/kg. Pemberian pakan sebanyak 2% dari bobot populasi. Pakan ikan diberikan 5 kali dalam seminggu. Hasil analisis proksimat terhadap ikan rucah segar mempunyai kandungan protein 61,9%; lemak 6,49%; abu 19,25%; serat kasar 2,18%; dan karbohidrat 10,16%. Pada kolam pemeliharaan, ditempatkan alat pengukur suhu maksimum dan minimum yang diamati setiap hari pada waktu yang sama. Data curah hujan diperoleh dari alat pengukur curah hujan yang berada di sekitar lokasi kolam, milik stasiun Badan Meteorologi dan Geofisika, Bogor.

Pengamatan terhadap telur dilakukan setiap bulan dengan cara menangkap semua individu betina dan memeriksanya. Induk betina dimasukkan dalam kantong yang berukuran 20 cm x 80 cm dengan diberi pengikat pada kedua ujungnya. Kantong terbuat dari bahan polyethiline, yang pada bagian bawahnya diberi lubang. Ikan belida yang tertangkap kemudian dimasukkan ke dalam sarung, dan menempatkan bagian kelamin betina di bagian yang berlubang. Induk ikan dibalikkan dengan posisi perut menghadap keatas, lalu dilakukan pengambilan telur menggunakan kateter. Telur yang diperoleh ditempatkan dalam wadah kemudian difiksasi dalam larutan "bouin". Telur yang telah difiksasi dicetak (*embedding*) di dalam parafin histologi, dengan titik cair 52°C. Jaringan yang berada dalam blok parafin diiris dengan ketebalan 7 mikron dan diwarnai

dengan hematoksin dan eosin (HE). Jaringan yang telah diwarnai kemudian diamati dengan menggunakan mikroskop. Penentuan stadium kematangan gonad mengacu pada hasil penelitian Kuo *et al.* (1974) dalam Hardjamulia *et al.* (1995) yaitu: stadium I: oosit primer (khromatin nukleolus dan perinukleolus), stadium II: vesikel kuning telur, stadium III: globul kuning telur, stadium IV: matang telur yang ditandai dengan inti migrasi dari tengah sel ketepi, dan stadium atresia.

Pengamatan terhadap jumlah sperma dilakukan setiap bulan dengan cara menangkap semua individu jantan dan memeriksanya. Induk jantan di-*stripping* pada abdomen, melingkar ke arah genital, dan volume sperma yang diperoleh dikoleksi menggunakan syringe. Sebelum digunakan syringe diisi dengan larutan fisiologis sebanyak 1 mL, kemudian sperma disedot secara perlahan dan ditampung dalam syringe sperma yang baik berwarna putih kekeruhan. Jumlah spermatozoa dalam syringe dihitung menggunakan hemacytometer.

Perhitungan jumlah sperma pada kotak hemacytometer sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah sperma/mL} &= X \\ X &= \sum \frac{\text{sperma sampel pada 16 kotak}}{\text{jumlah lapang pandang} \times 16 \text{ kotak}} \times \\ &\frac{1}{25 \times 10^{-8}} \times \sum \text{pengenceran} \end{aligned}$$

Motilitas masing-masing sampel dievaluasi satu jam setelah pengumpulan. Sperma yang telah terkumpul, diambil sebanyak 3 µL dengan mikropipet kemudian diteteskan pada slide objek yang diletakkan di bawah mikroskop, kemudian di sebelah tetesan sperma diteteskan air ± 100 µL untuk mengaktifasi sperma, dengan bantuan jarum suntik, sperma digeserkan ke air, sperma akan bergerak karena perbedaan tekanan osmosis. Pergerakan sperma dalam air dicatat dalam satuan detik. Sperma diamati sampai tidak terjadi pergerakan (mati).

Persentase induk yang mengeluarkan sperma dihitung dengan cara induk mengeluarkan sperma dibagi jumlah total induk.

Konduktivitas kolam diukur menggunakan alat ukur kualitas air, merk "Hanna". Data sekunder mengenai curah hujan harian di lokasi pemeliharaan dicatat sebagai data

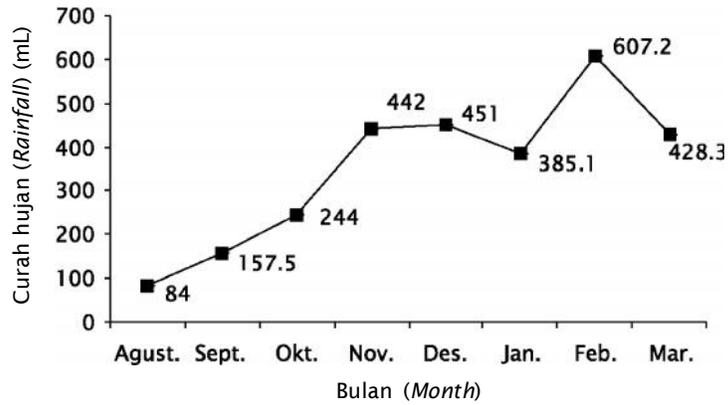
dukung faktor yang mempengaruhi suhu rata-rata bulanan. Data yang diperoleh dianalisis secara tabulasi, grafik, dan deskriptif.

HASIL DAN BAHASAN

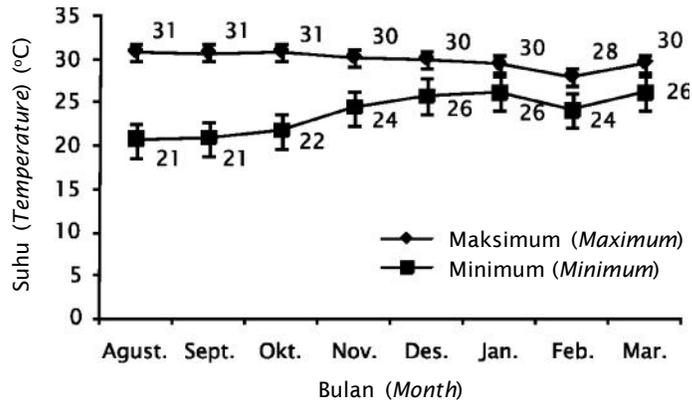
Hasil pengamatan terhadap faktor lingkungan (curah hujan, suhu air, dan konduktivitas) terhadap perkembangan spermatozoa dilakukan dengan menghitung jumlah sel spermatozoa dan melihat tingkat motilitasnya. Persentase induk jantan matang gonad, rata-rata jumlah spermatozoa, dan motilitasnya pada pemeliharaan yang berbeda disajikan pada Tabel 1.

Pengamatan curah hujan, suhu, dan konduktivitas dilakukan setiap hari, selama periode pemeliharaan. Pada penelitian ini perubahan suhu air kolam terlihat dipengaruhi oleh curah hujan yang mana pada musim kemarau (Agustus—Oktober), suhu rata-rata tertinggi 31°C dan terendah 22°C dengan jumlah curah hujan 84—244 mm dan kisaran konduktivitas 217—227 uhos. Pada musim penghujan (November—Februari) suhu maksimum air kolam 30°C dan minimum 26°C, dengan jumlah curah hujan harian 442—607,2 mm; dan terjadi perubahan pada konduktivitas dari 217—227 uhos menjadi 121 uhos (Gambar 1, 2, dan 3).

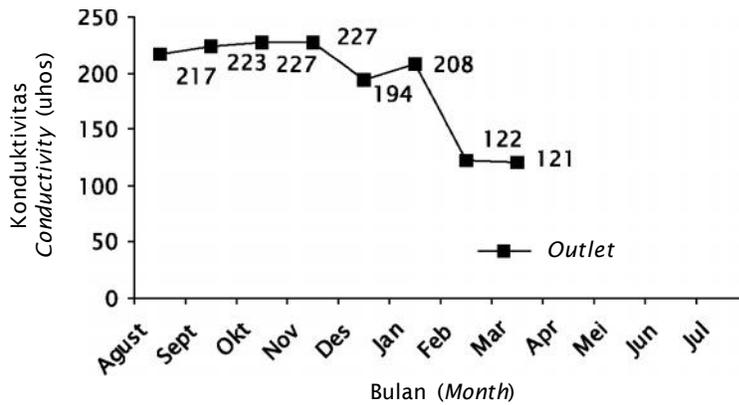
Pada musim kemarau (September dan Oktober) pemeliharaan campuran seluruh induk ikan jantan matang gonad (100%), sedangkan pada pemeliharaan jantan saja hanya berkisar 60%—80%. Di musim penghujan (November—Februari), persentase induk belida matang menurun, pada pemeliharaan campuran persentasenya hanya 60%, sedang pada pemeliharaan jantan saja persentasenya tetap yaitu 80%, akan tetapi terjadi penurunan pada bulan Februari (20%). Terjadinya penurunan induk matang gonad diduga terkait dengan perubahan suhu air maksimum serta minimum dan konduktivitas akibat terdapatnya jumlah curah hujan yang meningkat (Gambar 1—3). Pada ikan mas (Davies *et al.*, 1986), serta *catfish* dan ikan yang hidup di daerah tropik dan sub tropik, pematangan gonadnya dipengaruhi oleh suhu (Bromage *et al.*, 2001). Walau demikian terjadi perdebatan mengenai apakah suhu mempengaruhi secara langsung atau sebagai pemicu untuk pematangan gonad. Fakta kebalikannya terlihat pada ikan sturgeon (*Acipenser transmontanus*) terjadi penghambatan dan mengurangi derajat fertilisasi ketika dipelihara dalam suhu 15°C



Gambar 1. Grafik curah hujan di kolam Cibalagung tahun 2006-2007
 Figure 1. Rainfall graph at Cibalagung pond in 2006-2007



Gambar 2. Rataan suhu maksimum dan minimum kolam belida
 Figure 2. Maximum and minimum average temperature of belida pond



Gambar 3. Grafik konduktivitas kolam induk belida
 Figure 3. Conductivity graph of belida broodstock pond

Tabel 1. Tingkat perkembangan sperma induk jantan ikan belida
 Table 1. Sperm development stage of belida male broodstock

Bulan Month	Pemeliharaan induk jantan (N=5) tanpa induk betina Rearing of male broodstock (N=5) without female			Pemeliharaan induk jantan (N=5) dengan betina (N= 5) Rearing of male broodstock (N=5) with female (N=5)		
	Persentase induk jantan matang Percentage of matured male broodstock	Jumlah spermatozoa Number of spermatozoa	Motilitas Motility	Persentase induk jantan matang Percentage of matured male broodstock	Jumlah spermatozoa Number of spermatozoa	Motilitas Motility
September September	60 (3)	3.4×10^9	19.5 ± 0.7	100 (5)	1.9×10^9	20.2 ± 0.5
Oktober October	80 (4)	73.2×10^9	18.7 ± 0.5	100 (5)	15.1×10^9	19.8 ± 0.6
November November	80 (4)	7.6×10^9	18.8 ± 0.6	60 (3)	0.53×10^9	19.6 ± 0.8
Desember December	80 (4)	1.3×10^9	20.2 ± 0.5	60 (3)	0.49×10^9	19.0 ± 0.5
Januari January	80 (4)	0.46×10^9	20.3 ± 0.8	60 (3)	0.53×10^9	19.8 ± 0.6
Februari February	20 (1)	0.6×10^8	18.3 ± 0.4	0 (0)	0	-
Maret March	40 (2)	0.18×10^9	19.6 ± 0.8	0 (0)	0	-

Keterangan : Angka di dalam kurung menunjukkan jumlah ikan yang matang gonad
 Note : Number on the bracket points out the number of matured fish. N = Number of fish reared

dan 18°C (Webb-Brewer dalam Bromage et al., 2001), sedangkan pada suhu 12°C dan 16°C memperlambat pematangan pada ikan Artic charr (*Salvelinus alpinus*) (Jobling dalam Bromage et al., 2001). Ikan yang hidup di daerah tropik cenderung mempunyai periode pemijahan yang panjang atau bahkan memijah sepanjang tahun, sesuai dengan curah hujan dan genangan air/banjir (Hails & Abdullah, 1982).

Hasil pengamatan perkembangan telur ikan belida pada pemeliharaan yang berbeda disajikan pada Tabel 2.

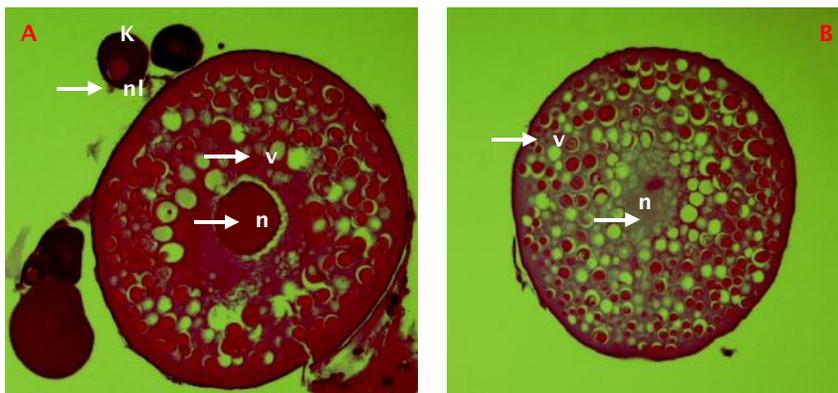
Akan tetapi Mironova (1977) menyatakan beberapa ikan mengalami proses gametogenesis yang dipengaruhi oleh suhu, seperti pada *Tilapia mosambicus*, di mana tingkat pemijahan meningkat dengan meningkatnya suhu 28°C—31°C. Pada ikan bandeng yang berumur 2—4 tahun yang dipelihara di keramba dan mempunyai suhu rata-rata tahunan 25°C—32°C mengalami matang gonad dan memijah spontan setelah dipelihara selama 18 bulan (Lacanihao & Marte, 1980).

Hasil pengamatan terhadap perkembangan telur, di mana pada bulan November—Februari, masih diperoleh induk yang mempunyai telur dengan kondisi telur di stadium 2. Baik pada pemeliharaan betina saja (Gambar 4, A dan B) maupun pemeliharaan campuran (Gambar 6, D dan E). Akan tetapi pada induk yang dicampur, rangsangan yang diterima dari lawan jenis (induk belida jantan) menyebabkan perkembangan telur yang lebih baik ketika mencapai stadium 3, ditandai dengan granule kuning telur hampir merata menutupi sitoplasma (Gambar 7, F), dibandingkan telur yang diperoleh pada pemeliharaan betina saja (Gambar 5, C). Keberadaan lawan jenis tampaknya belum mampu meningkatkan rangsangan sampai terjadinya pemijahan walau sarana untuk pemijahan yang berupa kayu dengan bentuk huruf T, dipasang terbalik di dasar kolam pada pemeliharaan campuran. Penurunan tingkat kematangan gonad ikan belida pada musim penghujan, baik pada pemeliharaan betina saja dan campuran, diduga karena turunnya nilai konduktivitas (121 uhos). Pada ikan botia, induk yang matang

Tabel 2. Tingkat perkembangan telur induk betina ikan belida pada pemeliharaan dengan dan tanpa induk jantan
 Table 2. Egg development stage of female belida on rearing with and without male broodstock

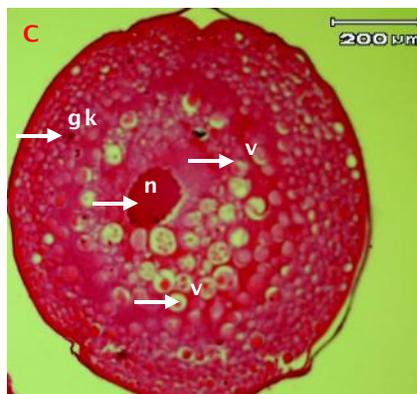
Bulan Month	Persentase induk matang pada pemeliharaan induk betina (N = 5) tanpa jantan Percentage of matured broodstock on the rearing of female (N=5) without male	Tingkat perkembangan stage	Persentase induk matang pada pemeliharaan betina (N =5) dengan jantan (N = 5) Percentage of matured broodstock on the rearing of female (N=5) with male (N= 5)	Tingkat perkembangan stage
September September	80 % (4)	Stadium 2-3 Stage 2-3	60 % (3)	Stadium 2-3 Stage 2-3
Oktober October	40 % (2)	Stadium 2-3 Stage 2-3	80 % (4)	Stadium 2-3 Stage 2-3
November November	40 % (2)	Stadium 1-2 Stage 1-2	20 % (1)	Stadium 2 Stage 2
Desember December	40 % (2)	Stadium 1-2 Stage 1-2	0 % (0)	-
Januari January	40 % (2)	Stadium 1-2 Stage 1-2	20 % (1)	Stadium 2 Stage 2
Februari February	0	-	0	-
Maret March	0	-	0	-

Keterangan: Angka di dalam kurung menunjukkan jumlah ikan yang matang gonad
 Note: Number on the bracket points out the number of matured fish. N = Number of fish reared



Gambar 4. Stadium telur belida (*Notopterus chitala*). K- Telur stadium I dengan nucleoli (nl). A dan B - Telur stadium 2 dengan nucleus (n) dan vesikula (v) pada pemeliharaan betina saja

Figure 4. The oocyte stage of feather back (*Notopterus chitala*). K- The oocyte stage I with nucleoli (nl). A and B - The oocyte stage II with nucleus (n) and vesicle (v) on the rearing of female broodstock only

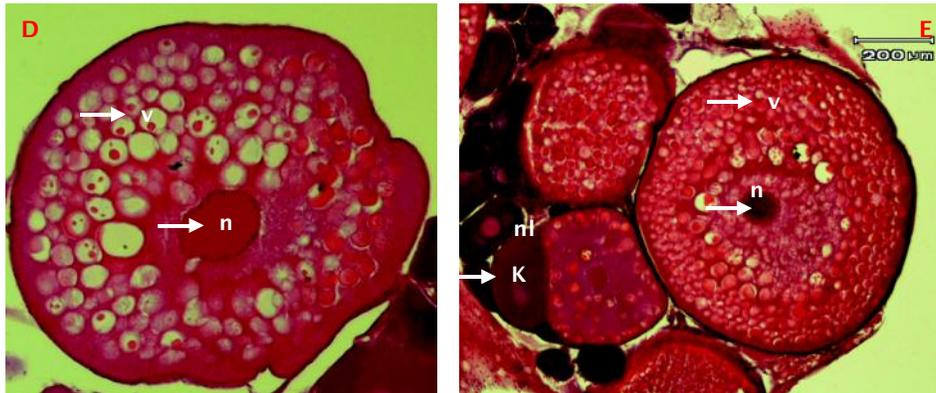


Gambar 5. Stadium telur belida (*Notopterus chitala*). C- Telur stadium 3 dengan inti (n) yang bergeser dan vesikula (v) pada pemeliharaan betina saja

Figure 5. The oocyte stage of feather back (*Notopterus chitala*). C - The oocyte stage 3 with migrating nucleus (n), and vesicle (v) on the rearing of female broodstock only

gonad dipengaruhi oleh nilai konduktivitas perairan (komunikasi pribadi dengan Slembrouck, IRD). Ostroumov (1997) menyatakan signal kimia yang dilepaskan oleh ikan jantan atau betina di perairan pada ikan catfish disebut pheromone, sedangkan yang mempengaruhi proses reproduksi disebut sex pheromone. Pheromone merangsang proses vitelogenis (van Weerd *et al.*, 1988), ovulasi (van den Hurk *et al.*, 1987), spermatogenesis (Dmitrieva & Ostroumov, 1986 dalam

Ostroumov, 1997). Pada ikan lele dumbo, *Clarias gariepinus* air yang berasal dari kolam pemeliharaan ikan jantan diketahui mengandung pheromone yang merangsang proses vitelogenis (van Weerd *et al.*, 1990). Schwassman (1980) menyatakan faktor curah hujan dan genangan air/banjir lebih berhubungan dengan pematangan akhir daripada proses pembentukan gonad. Rangsangan hujan dan kombinasi dengan meningkatnya ketinggian air dan turunnya



Gambar 6. Stadium telur belida (*Notopterus chitala*). K- Telur stadium I dengan nucleoli (nl). D dan E - Telur stadium 2 dengan nucleus (n) dan vesikula (v) pada pemeliharaan dengan induk jantan

Figure 6. The oocyte stage of feather back (*Notopterus chitala*). K- The oocyte stage I with nucleoli (nl). D and E- The oocyte stage II with nucleus (n) and vesicle (v) on the rearing with male broodstock



Gambar 7. Stadium telur belida (*Notopterus chitala*). F - Telur stadium 3 dengan inti (n) dan vesikula (v) terisi kuning telur hasil proses vitelogenik, pada pemeliharaan bersama dengan induk jantan

Figure 7. The oocyte stage of feather back (*Notopterus chitala*). F - The oocyte stage III with nucleus (n) and vesicle (v) filled with yolk granule at the vitellogenin process on the rearing with male broodstock

konduktivitas merangsang penyempurnaan proses gametogenesis dan menyebabkan proses pemijahan pada ikan yang berada di Amerika Selatan gymnotoid, *Eigenmannia virescens* (Kirschbaum, 1979). Peranan faktor sosial, di mana faktor keberadaan lawan jenis merupakan hal yang ikut berperan dalam sinkronisasi proses pemijahan (spermiasi dan ovulasi telur). Pheromone yang dilepaskan oleh ikan jantan menyebabkan rangsangan

untuk ovulasi pada ikan Zebrafish, *Brachdanto rerio* (Chen & Martinich, 1975) dan "angelfish", *Pterophylum scalare* (Chien, 1973).

Pada telur ikan belida, penentuan posisi inti telur (*staging*) telah dilakukan menggunakan larutan serra dengan komposisi acetone, formaldehyde, dan asam asetat dengan perbandingan 6, 3, dan 1, tetapi posisi inti telur tidak dapat dilakukan, karena tebalnya

lapisan lemak yang terdapat pada telur, sehingga larutan serra yang digunakan kurang dapat melarutkan kandungan lemak. Metode penentuan posisi terbukti sangat efektif untuk mengikuti perkembangan suatu induk kearah ovulasi (Neidig *et al.*, 2000). Hal yang sama juga terdapat pada telur "channel catfish" (*Ictalurus punctatus*) yang di-stagging menggunakan larutan serra dengan komposisi yang sama (Markmann & Doroshov, 1983). Evaluasi dari kualitas telur dan sperma sangat penting bilamana rencana untuk melakukan pemijahan secara terkontrol (Mylonas *et al.*, 1992). Menurut Bromage & Roberts (1995), kualitas telur yang baik akan mempunyai derajat fertilitas dan rendahnya mortalitas selama penetasan dan diharapkan akan menghasilkan larva yang sehat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Selama pengamatan tujuh bulan, peningkatan curah hujan mempengaruhi perubahan suhu dan konduktivitas pada kolam pemeliharaan. Jumlah induk jantan matang gonad tertinggi diperoleh pada musim kemarau dan menurun jumlahnya pada saat musim penghujan sedangkan induk betina hanya mampu mencapai perkembangan telur stadium 3, pada musim kemarau dan musim penghujan perkembangan telurnya hanya mencapai stadium 2. Untuk memacu perkembangan telur perlu ditambahkan hormon dari luar, salah satunya melalui implantasi hormon luteinizing hormone releasing hormone agonist (LHRHa).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini terlaksana atas biaya dari DIPA Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar tahun anggaran 2006. Penulis mengucapkan terima kasih kepada teknisi Saudara Pepen dan Kutub yang telah membantu terlaksananya penelitian dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

Adjie, S., Husnah, dan A.K. Gaffar. 1999. Studi biologi ikan belida, *Notopterus chitala* di daerah aliran sungai Batang Hari Propinsi Jambi. *J. Pen. Per. Indonesia*. 5(1): 38—44.

Adjie, S. dan A.D. Utomo. 1994. Aspek biologi ikan belida di perairan sekitar Lubuk Lampam Sumatera Selatan. *Prosiding Seminar dan Penyusunan, Pengolahan dan Evaluasi Hasil Penelitian Perikanan Perairan Umum*. Loka Penelitian Perikanan Air Tawar, Palembang.

Bromage, N.R., and R.J. Robert. 1995. Broodstock management and egg and larval quality. Blackwell, Oxford. 424 pp.

Bromage, N., M. Porter, and C. Randall. 2001. The environmental regulation of maturation in farmed finfish with special reference to the role of photoperiod and melatonin. *Aquaculture*. 197: 63—98.

Chen, L.C. and R.L. Martinich. 1975. Pheromonal stimulation and metabolite inhibition of ovulation in zebrafish, *Brachydanio rerio*. In *Fish Physiology* Edited by W.S. Hoar and D.J. Randall. Academic Press, New York. IX(B): 1—63.

Chien, A.K. 1973. Reproductive behaviour of the angelfish, *Pterophyllum scalare*. In *Fish Physiology*, Edited by W.S. Hoar and D.J. Randall. Academic Press, New York. p. 65—114.

Davies, P.R., I. Hanyu, K. Furukawa, and M. Nomura. 1986. Effect of temperature and photoperiod on sexual and spawning of the common carp II. Under condition of low temperature. *Aquaculture*. 52: 51—58.

Hardjamulia, A., N. Suhenda, dan E. Wahyudi. 1995. Perkembangan oosit dan ovarium ikan semah, *Tor dourenensis* di Sungai Selabung, Danau Ranau, Sumatera Selatan. *J. Pen. Per. Indonesia*. 1(3): 36—46.

Hails, A.J. and Z. Abdullah. 1982. Reproductive biology of the tropical fish *Trichogaster pectoralis*. *Journal of Fish Biology*. 21: 157—170.

Kottelat, M., A.J. Whitten, S.N. Kartikasari, and S. Wirjoatmodjo. 1993. Freshwater fishes of Western Indonesia and Sulawesi. Periplus. Jakarta. 221 pp.

Kirshbaum, F. 1975. Environmental factors control the periodical reproduction of tropical electric fish. In *Fish Physiology* Edited by W.S. Hoar and D.J. Randall. Academic Press, New York. (IX): 5—114.

Lacanilao, F.L. and C.L. Marte. 1980. Sexual maturation of milkfish in floating cages. *Asian Aquaculture*. 3: 4—6.

Lieberman, E. 1995. A guide to the application of endocrine technique in aquaculture. Argent Laboratories Press. 40 pp.

Markmann, C. and S.L. Doroshov. 1983. Ovarian catheterization of the channel catfish, *Ictalurus punctatus*. *Aquaculture*. 35: 163—169.

Mironova, N.V. 1977. Energy expenditure on egg production in young *Tilapia*

- mossambica* and the influence of maintenance conditions on their reproductive intensity. *Journal Ichthyology*. 17: 627—633.
- Mylonas, C.C., J.M. Hinshaw, and C.V. Sullivan. 1992. GnRHa-induced ovulation of brown trout, *Salmo trutta*, and its effects on egg quality. *Aquaculture*. 106: 379—392.
- Neidig, C.L., D.P. Skapura, H.J. Grier, and C.W. Dennis. 2000. Techniques for spawning common snook: Broodstock handling, oocyte staging and egg quality. *North American Journal of Aquaculture*. 62: 103—113.
- Ostroumov, V.A. 1997. The role of chemical signals in the regulation of fish maturation and reproductive behavior. *Journal of ichthyology*. 37: 103—109.
- Sunarno, M.T.D. 2002. Selamatkan plasma nutfah ikan belida. *Warta Penelitian Perikanan Indonesia*. 8(4): 2—6.
- Schwassman, H.O. 1980. Biological rhythm: Their adaptive significance: In *Fish Physiology* Edited by W.S. Hoar and D.J. Randall. Academic Press, New York. (IX): 65—114.
- van den Hurk, R., W.G.E.J. Schoonen., G.A. Van Zoelen, and J.G.D. Lambert. 1987. The biosynthesis of steroid glucuronides in the testis of the zebrafish, *Brachydanio rerio*, and their pheromonal function as ovulation inducers. *General Comparative Endocrinology*. 68: 179—188.
- van Weerd, J.H., M. Sukel., I.B.A. Kechik, A.B.J. Bongers, and C.J.J. Richter. 1990. Pheromonal stimulation of ovarian recrudescence in hatchery-raised adult African catfish, *Clarias gariepinus*. *Aquaculture*. 90: 369—387.
- van Weerd, J.H., M. Sukkel, and C.J.J. Richter. 1988. An analysis of sex-stimuli enhancing ovarian growth in pubertal African Catfish, *Clarias gariepinus*. *Aquaculture*. 75: 181—191.