Hayati, Juni 1996, hlm. 21-25
ISSN 0854-8587

Vol. 3, No. 1

Beberapa Aspek Biologi Reproduksi Kijing Air Tawar yang Hidup di Daerah Tropik

(Some Aspects of Reproductive Biology of Freshwater Mussels Living in a Tropical Area)

TRI HERU WIDARTO

Jurusan Biologi FMIPA IPB, Jalan Raya Pajajaran Bogor 16144

Diterima 3 April 1996/Disetujui 13 Juni 1996

A 13 month study on the reproductive cycle of a tropical freshwater mussel *Velesunio ambiguus* Phillipi (Mollusca: Bivalvia) has been carried out in a tropical river. Gametogenesis, gravidity and larval (glochidial) development were analysed histologically. The cycle occured throughout the year and the mussel produced multiple broods. Hermaphroditism was found among the population, although in a very low percentage. This phenomenon may be due to an infection by parasitic trematodes. The infection, however, did not affect the reproductive capability of the mussel. Senility was not observed in the mussel population; old mussels showed the same reproductive capability as the younger ones.

PENDAHULUAN

Siklus reproduksi kijing air tawar memperlihatkan pola musiman, baik spesies yang hidup di daerah beriklim sedang maupun yang hidup di daerah tropik. Pola tersebut sangat jelas terlihat pada spesies yang hidup di daerah beriklim sedang. Aktivitas reproduksi yang memperlihatkan pola musiman meliputi gametogenesis yang diikuti dengan pelepasan gamet; musim kawin, yaitu saat sperma disemburkan untuk membuahi ova yang sedang menuju ruang insang (marsupium); dan masa kebuntingan, yaitu periode pengeraman larva (glokidium) di dalam marsupium yang disusul oleh proses penyemburan glokidia yang sudah masak melalui sifon ekskuren.

Siklus di atas biasanya dipengaruhi oleh suhu air yang berfluktuasi secara musiman. Banyak kajian yang menunjukkan bahwa aktivitas gonad kijing paling kuat terjadi pada bulan-bulan terpanas setiap tahunnya dan ini khas diperlihatkan oleh kijing yang hidup di daerah beriklim sedang (Heard, 1975; Zale dan Neves, 1982; Jones *et al.*, 1986). Di daerah tropik, pengaruh suhu air terhadap gametogenesis tidak sebesar di daerah beriklim sedang (Dudgeon dan Morton, 1983; Humphrey, 1984). Gametogenesis biasanya terjadi sepanjang tahun yang ditunjukkan dengan kehadiran sperma dan oosit primer di dalam lumen. Walaupun demikian, oogenesis tampaknya lebih terpengaruh oleh musim daripada spermatogenesis. Selama bulan-bulan dingin misalnya, oogenesis memasuki fase yang kurang aktif sedangkan spermatogenesis tetap berlangsung pada kijing jantan.

Kijing air tawar *Velesunio ambiguus* Phillipi (Mollusca: Bivalvia) merupakan bivalvia yang tersebar luas di perairan tawar di Australia. Penyebarannya yang luas meliputi daerah tropik di sebelah utara dan daerah beriklim sedang di selatan. Berbagai aspek biologi jenis ini telah dikaji orang, termasuk siklus reproduksinya. Akan tetapi studi tersebut kebanyakan dilakukan di daerah beriklim sedang (Walker, 1981). Pada daerah tropik, kongenernya yaitu *Velesunio angasi* telah dipelajari secara intensif oleh Humphrey (1984). Oleh karena itu studi ini diharapkan dapat memberikan tambahan informasi tentang siklus reproduksi kijing di daerah tropik, khususnya *Velesunio ambiguus.*

BAHAN DAN METODE

Penentuan Perkembangan Gonad. Individu kijing diperoleh dari Sungai Ross, Townsville, Australia yang beriklim tropik. Lima puluh individu dikoleksi setiap bulan selama 13 bulan (Januari 1992 - Januari 1993). Insang dan gonadnya kemudian difiksasi di dalam larutan fiksatif yaitu formaldehida asam asetat kalsium klorida (FAACC), lalu dibuat preparat histologinya dan diwarnai dengan pewarnaan hematoksilin-eosin. Perkembangan gonad diikuti dengan cara mengamati proses spermatogenesis yang berlangsung di dalam jaringan testis (asinus) dan oogenesis yang terjadi di dalam jaringan ovarium (folikel) dengan menggunakan mikroskop. Perkembangan gonad tersebut dibedakan menjadi lima tahap (Morton, 1982), yaitu: dini (*primordium)*, perkembangan (*developing*), pematangan (*maturing)*, matang (*ripe*) dan kosong (*spent*). Selain itu, untuk kijing betina, jumlah oosit primer juga dihitung dan diameternya diukur dengan mikrometer. Dari setiap gonad betina dipilih secara acak 25 folikel. Oosit primer yang diukur ialah oosit yang telah lepas dari dinding folikelnya dan terlihat intinya.

Penentuan Kebuntingan. Kebuntingan (graviditas) ditentukan dengan melihat insang sebelah luar (marsupium) kijing betina. Beberapa larva (glokidia) diambil dari insang dan diperiksa menggunakan mikroskop. Empat fase kondisi insang ditentukan berdasarkan klasifikasi Jones *et al.* (1986). Perkembangan larvanya dibedakan menjadi tiga fase perkembangan yaitu: larva dini yang berupa sekelompok sel yang belum terdiferensiasi, larva antara yaitu yang sudah terlihat adanya otot aduktor, dan larva matang (glokidia) yaitu larva yang sudah lengkap dengan cangkang dan memiliki kait.

HASIL

Nisbah Seks. Tabel 1 memperlihatkan nisbah seks jantan dan betina dari populasi *V. ambiguus* yang hidup di Sungai Ross, Townsville. Rasio seksnya tidak berbeda dari 1:1, tetapi jumlah betinanya cenderung lebih banyak dari jumlah jantannya. Dari keseluruhan individu yang dikoleksi terlihat bahwa 1.13 % bersifat hermafrodit. Ditemukan dua tipe hermafrodit. Tipe pertama adalah hermafrodit betina, yaitu individu dengan jaringan testis yang terdapat di antara folikel-folikel ovarium yang dominan. Tipe ini hanya ditemukan pada satu individu. Tipe kedua adalah hermafrodit jantan, yaitu individu yang memiliki folikel ovarium yang terdapat diantara jaringan testis yang dominan. Tipe ini berjumlah tujuh individu (Tabel 2). Rasio antara folikel betina dan asinus jantan pada masing-masing individu hermafrodit dan tingkat kematangannya bervariasi (Tabel 2).

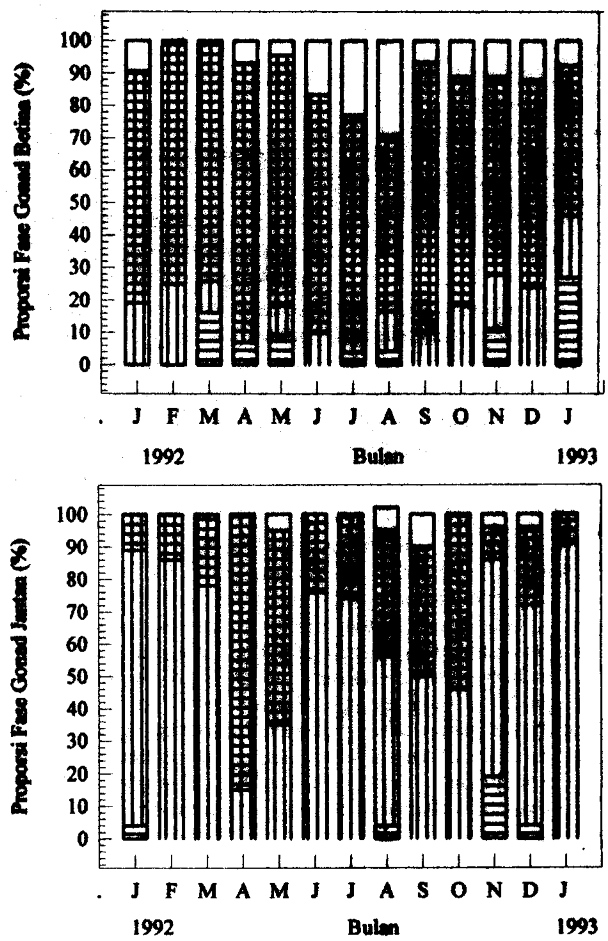
Tabel 1. Nisbah seks dan kejadian hermafrodit *Velesunio ambiguus* yang dikoleksi selama Januari 1992 - Januari 1993

Bulan	Jantan	Betina	Hermafrodit	Nisbah Jantan:Betina	Nilai P
Januari 1992	27	23	0 (0.0%)	1 : 0.85	0.67
Pebruai	20	28	2 (4.0%)	1 : 1.40	0.31
Maret	19	31	0 (0.0%)	1 : 1.63	0.12
April	23	27	0 (0.0%)	1 : 1.17	0.67
Mei	20	30	0 (0.0%)	1 : 1.50	0.2
Juni	20	29	1 (2.0%)	1 : 1.45	0.25
Juli	24	25	1 (2.0%)	1 : 1.04	1
Agustus	25	25	0 (0.0%)	1 : 0.00	0.89
September	19	30	1 (2.0%)	1 : 1.63	0.15
Oktober	22	28	0 (0.0%)	1 : 1.27	0.48
Nopember	28	21	1 (2.0%)	1 : 0.75	0.19
Desember	42	43	0 (0.0%)	1 : 1.02	1
Januari 1993	33	35	2 (2.9%)	1 : 1.06	0.9
Total	322	375	8 (1.13%)	1 : 1.16	0.72

Tabel 2. Kondisi gonad *V. ambiguus* yang hermafrodit

Tanggal Koleksi	Jumlah Kijing	Ukuran Kijing (mm)	Bias ke	Nisbah Gonad Jantan : Betina (%)	Fase Gonad Betina	Fase Gonad Jantan	Jumlah Serkaria
Pebruari 92	1	101.9	Betina	90 : 10	Pematangan	Pematangan	1
Pebruari 92	1	83.75	Jantan	15: 85	Berkembang	Pematangan	0
Juni 92	1	81.75	Jantan	20: 80	Dini	Matang	4
Juli 92	1	60.7	Jantan	40: 60	Kosong	Matang	0
September 92	1	88	Jantan	1: 99	Kosong	Matang	25
November 92	1	86.3	Jantan	1: 99	Kosong	Berkembang	3
Januari 93	1	87.5	Jantan	5: 95	Berkembang	Berkembang	12
	1	87.5	Jantan	35: 65	Berkembang	Pematangan	14
Total	8 (1.13 %)		Jumlah Hermafrodit Jantan : 0.99% Jumlah Hermafrodit Betina : 0.14%				

Gametogenesis dan Kebuntingan. Gametogenesis tampak berlangsung sepanjang tahun (Gambar 1). Ini tampak jelas dari besarnya persentase individu jantan yang gonadnya berada dalam proses pematangan. Rata-rata jumlah oosit di dalam folikel menunjukkan fluktuasi dari bulan ke bulan tetapi tidak terlihat suatu pola yang jelas. demikian pula rata-rata diameternya berfluktuasi. Namun, pada bulan terdingin (Juli) ukuran oositnya paling kecil (Gambar 2). Fluktuasi suhu air selama setahun dapat dilihat pada Gambar 3.

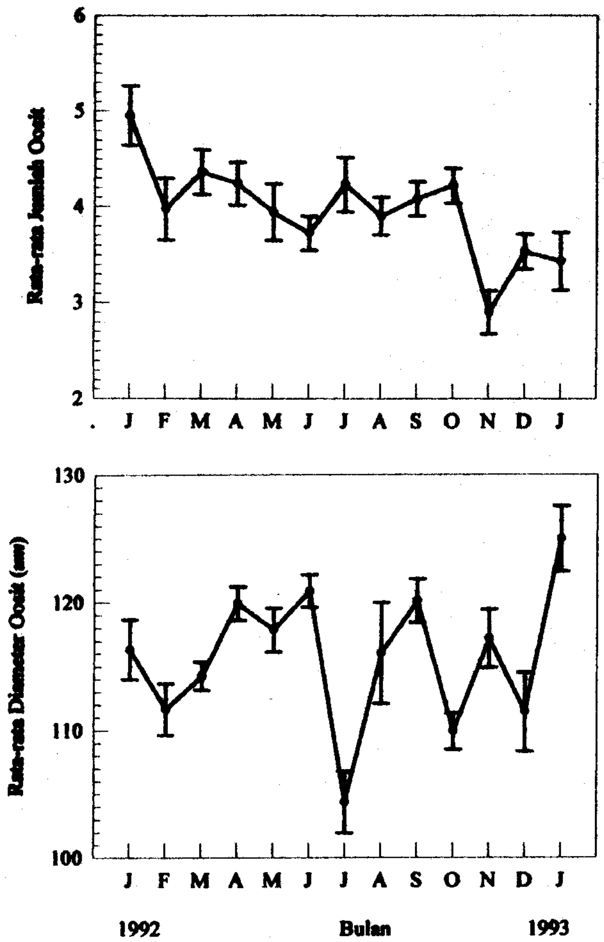


Gambar 1. Kondisi gonad *V. ambiguus* sepanjang tahun.
Simbol:
perkembangan — pematangan
matang — kosong

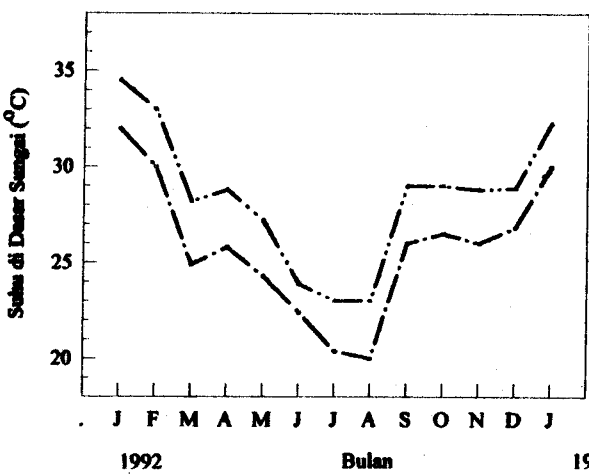
Dari pemeriksaan insang ditemukan bahwa glokidia ditemukan sepanjang tahun (Gambar 4). Kalau fase 4 dimasukkan sebagai individu yang bunting (karena baru saja melepaskan glokidianya), maka lebih dari 80% betina dalam keadaan bunting (gravid) sepanjang tahun. Dalam hal ini tidak tampak adanya pola musiman.

Dalam kaitannya dengan ukuran dan diameter oosit, kebuntingan tampaknya tidak berpengaruh terhadap oogenesis (Gambar 5). Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pada tingkat kebuntingan yang berbeda-beda, rata-rata jumlah dan diameter oosit tidak berbeda nyata ($P_{jumlah\ oosit}$ = 0.089 dan $P_{diameter\ oosit}$ = 0.095).

Kalau dilihat hubungan antara jumlah kijing yang bunting dan ukuran cangkang, tampaknya tidak ada hubungannya. Jumlah kijing yang bunting tetap tinggi dengan bertambahnya ukuran cangkang.

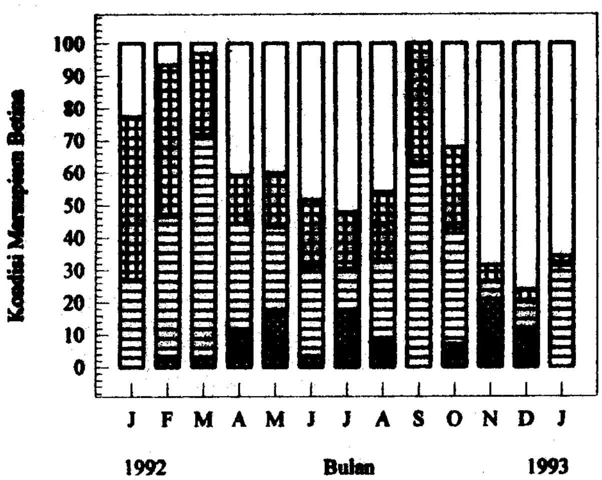


Gambar 2. Rata-rata jumlah dan diameter oosit *V. ambiggus* betina sepanjang tahun.



Gambar 3. Suhu maksimum-minimum di dasar sungai tempat pengambilan sampel.
Simbol: __ . __ suhu minimum
__ .. __ suhu maksimum

Dari pengamatan histologi terungkap bahwa lebih dari 80% kijing yang dikoleksi terinfeksi oleh serkaria atau sporosis cacing pipih Trematoda. Namun, persentase betina yang bunting juga cukup tinggi (lebih dari 75%) meskipun mereka terinfeksi. Begitu pula dengan yang jantan, meskipun terinfeksi gonadnya terlihat masih menunjukkan aktivitas.

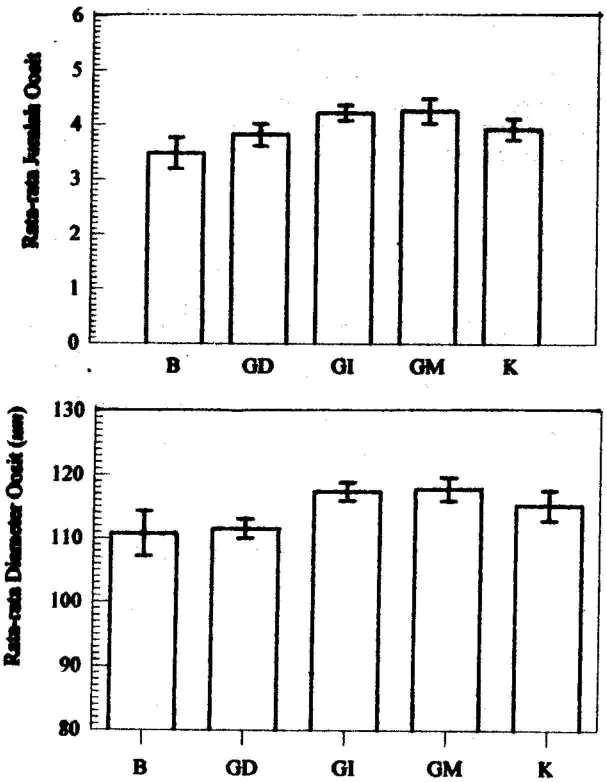


Gambar 4. Kebuntingan *V. ambiguus* berdasarkan kondisi marsupium betina sepanjang tahun.
Simbol:
Fase 1. Marsupium kosong atau tidak berkembang
Fase 2. Marsupium mengandung wmbrio atau glokidia yang belum masak
Fase 3. Marupium mengandung glokidia masak
Fase 4. Marsupium tidak mengandung glokidia lagi.

PEMBAHASAN

Berbagai catatan dari penelitian sebelumnya maupun dari penelitian ini menunjukkan bahwa nisbah seks kijing air tawar (kelompok Unionidae) bervariasi di antara populasi. Pada penelitian ini nampak bahwa meskipun nisbah seks *V. ambiguus* 1:1, ada kecenderungan betina lebih banyak dari jantannya. Untuk *V. ambiguus* yang hidup di daerah beriklim sedang jantannya yang lebih banyak dari betina (Walker, 1981).

Sungai Ross merupakan habitat yang stabil dan tertutup. Pada habitat seperti ini jumlah yang sama antara populasi jantan dan betina tidaklah terlalu penting, karena individu jantan mampu memproduksi gamet dalam jumlah lebih dari yang dibutuhkan untuk membuahi sel telur. Jumlah betina yang lebih banyak merupakan suatu keuntungan bagi populasi karena peluang keberhasilan reproduksinya akan lebih besar. Terlebih lagi mereka hidup di habitat lentik, pada habitat ini air tidak mengalir sehingga sperma tidak akan hilang terbawa air. Morton (1991) menyebut fenomena ini sebagai suatu strategi untuk mengoptimumkan fungsi reproduksi. Ia menyebutkan dua spesies lain yang memiliki strategi seperti ini, yaitu *Anodonta woodiana* dan *Limnoperna fortunei*. Sebaliknya untuk mereka yang hidup di habitat lotik (mengalir) nisbah seks dengan lebih banyak jantan merupakan hal yang sangat penting. Dengan banyak jantan produksi sperma akan berlimpah sehingga diharapkan dapat mengimbangi sperma yang hilang terbawa arus air dan memperbesar peluang keberhasilan terjadinya fertilisasi.



Gambar 5. Jumlah dan diameter rata-rata oosit dalam hubungannya dengan kondisi kebuntingan.

Velesunio ambiguus merupakan individu yang bersifat gonokoristik, yaitu jantan dan betina terpisah pada individu yang berbeda. Namun, dari penelitian ini terungkap bahwa sebagian kecil dari populasi di sungai Ross (1.13%) bersifat hermafrodit. Persentase hermafrodit yang rendah juga ditemukan pada beberapa spesies kijing lainnya yang dioesius, misalnya 0.3% pada populasi *A. woodiana* (Dudgeon dan Morton, 1983), dan 2 % pada populasi *V. angasi* (Humphrey, 1984).

Ada dua tipe hermafrodit yang ditemukan pada penelitian ini, yaitu hermafrodit jantan dan hermafrodit betina. Dari nisbah antara folikel betina dan asinus jantan pada masing-masing individu dan dari tingkat kematangan masing-masing gonadnya (Tabel 2) tampaknya peluang untuk terjadinya fertilisasi sendiri kecil sekali, walaupun pada nisbah gonad yang hampir sama sekalipun. Dari pengamatan terlihat bahwa populasi *V. ambiguus* di sungai Ross cukup berlimpah dan sering kali ditemukan berkelompok. Dalam satu kelompok dapat dijumpai 5 hingga 20 individu. Ini berarti bahwa fertilisasi silang dapat terjadi dengan mudah. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa hermafrodit bukan merupakan pilihan strategi reproduksi *V. ambiguus*. Heath (1977) berpendapat bahwa hermafroditisme merupakan suatu kerugian (dibandingkan dengan gonokorisme) ketika kontak reproduksi terjadi sering.

Ada dua kemungkinan untuk menjelaskan fenomena hermafroditisme pada organisme dioesius. Pertama, hermafrodit merupakan hasil dari kesalahan perkembangan akibat gangguan lingkungan (Humphrey, 1984). Humphrey menemukan bahwa kejadian hermafrodit paling tinggi dijumpai pada kijing yang mengalami gangguan tiba-tiba atau periodik dalam proses-proses metabolismenya karena awal dormansi setiap musim kering. Kedua, hermafrodit terjadi karena parasit cacing trematoda yang menginfeksi tubuh kijing (Kat, 1983). Ia berpendapat bahwa adanya parasit mungkin mengganggu sintesis hormon penentu seks. Hormon ini pada level yang rendah menghasilkan individu jantan dan pada level yang tinggi menghasilkan betina. Hermafrodit kemungkinan disebabkan oleh hormon penentu seks ini pada level menengah atau sedang.

Untuk temuan pada penelitian ini, hermafrodit yang terlihat kemungkinan besar adalah disebabkan oleh parasit cacing trematoda. Sekitar 80% kijing yang dikoleksi terinfeksi oleh parasit trematoda (sporosis). Selain oleh sporosis, individu hermafrodit juga terinfeksi oleh serkaria trematoda (Tabel 2).

Pada kijing yang normal, gametogenesis berlangsung sepanjang tahun. Gonad memperlihatkan aktivitas yang terus menerus dari bulan kebulan, khususnya spermatogenesis. Hal ini nampak dari besarnya persentase individu jantan yang berada dalam proses pematangan (*maturing*). Untuk oogenesis, aktivitasnya sedikit menurun selama bulan-bulan dingin, tetapi ada perpanjangan pemijahan oosit (*spawning)* melewati bulan-bulan hangat. Pola ini merupakan pola yang umum ditemukan pada Unionidae yang berasal dari daerah tropik (Nagabushanam dan Lohgaonaker, 1978; Dudgeon dan Morton, 1983; Humphrey, 1984).

Tidak adanya perbedaan yang nyata dalam jumlah dan diameter oosit dari kijing dengan tingkat kebuntingan yang berbeda dan ditemukannya glokidia di dalam insang betina sepanjang tahun, menunjukkan bahwa oosit tetap diproduksi selama proses perkembangan glokidia di dalam marsupium. Begitu marsupium dikosongkan dari glokidia yang matang, oosit di dalam folikel akan mengisi marsupium itu kembali. Ini sebabnya hanya sedikit marsupium kosong yang ditemukan pada penelitian ini. Menarik juga untuk dicatat bahwa hanya sedikit individu betina dengan insang yang tidak berkembang. Ini mungkin karena kebanyakan marsupium akan terisi dengan oosit begitu kosong dan oosit tersebut segera dibuahi oleh sperma. Jadi, waktu yang dibutuhkan antara dua siklus yang berdekatan sangat singkat.

Dengan cara di atas sedikitnya ada dua keuntungan yang diperoleh. Pertama, karena rendahnya laju transformasi glokidia menjadi anak kijing (*juvenil*), dengan produksi glokidia secara terus menerus kelangsungan dan keseimbangan populasi dapat dipertahankan. Selain itu, dengan tidak melewati fase 1 kebuntingan, energi yang diperlukan untuk pembuatan kembali atau pembentukan marsupium dapat dihemat. Menurut Tankersley dan Dimock (1992) sejumlah energi dalam jumlah yang cukup besar dialokasikan untuk mengubah insang luar *A. cataracta* menjadi marsupium. Pada kasus *V. ambiguus*, individu betina tampaknya mempertahankan struktur marsupium untuk mengerami glokidia berikutnya.

Gametogenesis yang berlangsung sepanjang tahun, dan marsupium yang selalu terisi glokidia, keduanya menunjukkan bahwa dalam setahun *V. ambiguus* mampu menghasilkan lebih dari satu keturunan (*multiple broods)*. Banyak laporan yang memperlihatkan fenomena ini (Seshaiya, 1969; Humphrey, 1984), dan ini mungkin juga terjadi di daerah beriklim sedang, khususnya selama bulan-bulan hangat (Atkins, 1979; Walker, 1981; Jones *et al.,* 1986). Namun karena di daerah tropik periode hangatnya lebih panjang, maka jumlah keturunannya per tahun lebih tinggi dibandingkan dengan kijing daerah beriklim sedang.

Infeksi trematoda tampaknya tidak terlalu berpengaruh terhadap kapasitas reproduksi. Kalaupun ada pengaruhnya kecil saja tidak sampai menyebabkan sterilitas. Aktivitas gonad tampak normal. Humphrey (1984) juga sampai pada kesimpulan yang sama mengenai infeksi trematoda terhadap potensi reproduksi kijing jantan dan betina. Cacing trematoda ditemukannya menginfeksi *V. angasi* dari Mangela Creek (suatu daerah tropik), tetapi ia tidak menyebutkan suatu nama ilmiah untuk cacing parasit tersebut. Bila kijing terinfeksi berat baik oleh sporosis maupun serkaria, pengaruhnya sangat jelas terlihat. Seperti yang ditemukan pada penelitian ini, kijing yang mengandung parasit dalam jumlah banyak gonadnya kebanyakan berada dalam fase awal perkembangan.

Infeksi tersebut pertama kali dilaporkan oleh Angel (1961), walaupun prevalensinya sangat rendah (hanya 0.9% dari 1818 *Velesunio* yang dikoleksinya di sungai Murray yang berada di daerah beriklim sedang). Angel mengenalinya sebagai *Cercaria velesunionis*. Pada penelitian ini serkaria dan sporosis trematoda yang menginfeksi kijing tidak diidentifikasi.

Senilitas (masa pascareproduktif) tampaknya tidak dikenal oleh *V. ambiguus*. Dari penelitian ini terlihat bahwa kijing yang berukuran besar (umumnya lebih tua) masih memperlihatkan produktivitas yang tinggi seperti kijing yang berukuran kecil (yang umumnya lebih muda). Heard (1975) melaporkan bahwa kelompok kijing yang sudah tua masih memperlihatkan gametogenesis yang aktif. Ia berpendapat bahwa pada Unionidae, hal ini merupakan sifat yang khas. Namun demikian sifat ini setidaknya tidak berlaku untuk *V. angasi* yang memperlihatkan penurunan produktivitas dengan semakin bertambahnya umur (Humphrey, 1984).

DAFTAR PUSTAKA

Angel, L.M. 1961. Larval trematodes from Australian freshwater molluscs. XV. *Cercaria velesunionis* n. sp. *Trans. of the R. Soc. of Sou. Aust.* **84**: 63-70.

Atkins, L.G. 1979. Observation on the glochidia stage of the freshwater mussel *Hyridella (Hyridella) drapeta* (Iridale) (Mollusca: Pelecypoda). *Aust. J. of Mar. and Fresh. Res.* **30**: 411-416.

Dudgeon, D. and B. Morton. 1983. The population dynamics and sexual strategy of *Anodonta woodiana* (Bivalvia: Unionacea) in Plover Cove Reservoir, Hongkong. *J. of Zool. (London)* **201**: 161-183.

Heard, W.H. 1975. Sexuality and other aspects of reproduction in *Anodonta* (Pelecypoda: Unionidae). *Malacol.* **15**: 81-103.

Heath, D.J. 1977. Simultaneous hermaphroditism: cost and benefit. *J. of Theor. Biol.* **64**: 363 -373.

Humphrey, C.L. 1984. Biology and ecology of freshwater mussel *Velesunio angasi* (Bivalvia: Hyriidae) in the Mangela Creek, Alligator Rivers Region, Northern Territory. Ph.D. Thesis, University of New England, Armidale. pp 479.

Jones, H.A., Simpson, R.D. and C.L.Humphrey. 1986. The reproductive cycles and glochidia of fresh-water mussels (Bivalvia: Hyriidae) of the Macleay River, Northern New South Wales, Australia. *Malacol.* **27(1)**: 185-202.

Kat, P.W. 1983. Sexual selection and simultaneous hermaphroditism among the Unionidae (Bivalvia: Mollusca). *J. of Zool. (London)* **201**: 395-416.

Morton, B. 1982. Some aspects of the population structure and sexual strategy of *Corbicula cf. flumenalis* (Bivalvia: Corbiculaceae) from the Pearl River, People's Republic of China. *J. of Moll. Stud.* **48**: 1-23.

Morton, B. 1991. Do the bivalvia demonstrat environment-specific sexual strategies ? A Hong Kong model. *J.of Zool. (London)* **223**: 131-142.

Nagabhushanam, R. and A.L. Lohgaonker. 1978. Seasonal reproductive cycle in the mussel *Lamellidens corrianus*. *Hydrobiol.* **61**: 9-14.

Seshaiya, R.V. 1969. Some observations on the life histories of South Indian freshwater mussels. *Malacol.* **9**: 286-287.

Tankersley, R.A. and R.V. Dimock Jr. 1992. Quantitative analysis of the structure and function of the marsupial gills of the freshwater mussel *Anodonta cataracta*. *Biol. Bull.* **182**: 145-154.

Walker, K.F. 1981. Ecology of freshwater mussels in the River Murray. Australian Water Resources Councils. Technical Paper No. **63**.

Williams, G.C. 1975. Sex and Evolution. Princeton University Press. Princeton. New Jersey.

Zale, A.V. and R.J. Neves. 1982. Reproductive biology of four frehwater mussel species (Mollusca: Unionidae) in Virginia. *Fresh. Invert. Biol.* **60**: 2535-3542.