

KOMPOSISI JENIS LARVA SIDAT (*Anguilla* spp.) YANG BERMIGRASI KE MUARA SUNGAI PROGO, YOGYAKARTA

Species Composition of Glass Eel (*Anguilla* spp.) that Migrated to The Estuary of The Progo River, Yogyakarta

Agung Budiharjo

Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Sebelas Maret.
Jl. Ir Sutami 36A – Kientingan
Surakarta 57126. Email: budiharjo_ag@yahoo.com

ABSTRACT

*Progo River is one of the rivers on the Java Island, which empties into the Indian Ocean, are became the entrance of the glass eels from the ocean. Glass eels were entering the river consists of several species. The aim of this research was to study of the species composition of glass eels that migrated into the estuary of the Progo River. Glass eels collected in the estuary in the year 2007–2009 at the lunar date 28 on at 20:00 until 04:00. In the period of 3 years, was successfully collected as many as 1.110 glass eels, which consisted of 3 species of *Anguilla marmorata* (31.17%), *Anguilla bicolor bicolor* (64,32%), and *Anguilla nebulosa nebulosa* (4.50%). Glass eels migrated into the estuary of Progo River during September to June. Glass eel of *A. marmorata* migrated to the estuary during September to June, *A. bicolor bicolor* migrated during October to June, and *A. nebulosa nebulosa* migrated to the estuary only during February to June.*

Key words: Glass eel, *Anguilla*, migration, Progo River

PENGANTAR

Sidat (*Anguilla* spp.) merupakan ikan katadromous. Ikan tersebut memijah di laut, kemudian larvanya bermigrasi ke sungai, dan mencapai usia dewasa di perairan tawar. Saat akan bereproduksi, sidat kembali ke laut untuk memijah (McKinnon 2006; Tesch 2003). Oleh karena itu, selalu terjadi migrasi larva sidat ke sungai dan pintu masuknya adalah muara. Larva sidat bermigrasi dari lokasi pemijahan yang berada pada kawasan perairan laut yang dalam menuju ke sungai yang bermuara ke laut dalam tersebut, termasuk ke Sungai Progo. Sungai Progo merupakan salah satu sungai di Pulau Jawa yang bermuara ke laut dalam, yaitu ke Samudera Hindia (Jellyman 2006; Aoyama *et al.*, 2003; Jellyman dan Tsukamoto 2002; Fricke dan Tsukamoto 1998; Tesch 1977).

Samudra Hindia merupakan kawasan pemijahan sidat yang penting di kawasan tropis. Perairan sebelah barat Pulau Sumatra, selatan Pulau Jawa, hingga barat laut Australia hingga jarak 700 km dari garis pantai merupakan kawasan pemijahan sidat. Kawasan pemijahan tersebut umumnya berada pada kawasan perairan dengan jeluk hingga 4.000 m (Robinet *et al.*, 2008; Aoyama *et al.*, 2007; Budiharjo *et al.*, 2008a; Watanabe *et al.*, 2005; Watanabe *et al.*, 2004; Tesch 2003).

Sampai saat ini, informasi ilmiah tentang migrasi larva sidat yang masuk ke muara Sungai Progo sangat minim. Dengan demikian, komposisi jenis larva sidat yang bermigrasi ke muara Sungai Progo juga belum diketahui. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari komposisi jenis larva sidat fase *glass eel* yang bermigrasi masuk ke muara Sungai Progo.

Bahan dan Cara Kerja

Penelitian dilakukan pada bulan Januari 2007–Desember 2009. Koleksi sampel larva sidat fase *glass eel* dilakukan pada malam hari saat bulan bulan gelap (tanggal lunar 28). Sampling dilakukan di muara Sungai Progo (koordinat 110° 12' 22,38" BT – 7° 58' 58,08" LS) pada pukul 20.00, 22.00, 24.00, dan 04.00 WIB. Larva sidat dikoleksi di tepi muara sungai menggunakan jaring sodo dengan luasan mulut jaring adalah 0,3 m².

Koleksi larva sidat dilakukan dalam transek sepanjang 20 meter dan lebar 1 meter mengikuti tepi sungai. Dalam transek tersebut, koleksi larva sidat dilakukan dengan cara menyapu seluruh area kajian menggunakan jaring sebanyak 10 kali yang dilakukan secara bolak-balik sehingga diperoleh luasan sampling seluas 20 m × 1 m × 10 kali atau 200 m².

HASIL

Larva sidat fase *glass eel* yang bermigrasi masuk muara Sungai Progo dalam kurun waktu Januari 2007–Desember 2009 sebanyak 1.110 ekor yang terdiri atas 3 jenis. Jenis larva sidat tersebut adalah *Anguilla bicolor bicolor* sebanyak 64,32%, *Anguilla marmorata* sebanyak 31,17%, dan *Anguilla nebulosa nebulosa* sebanyak 4,50%. Migrasi larva sidat ke muara Sungai Progo berlangsung pada pukul 20.00 hingga 04.00 WIB. Sebanyak 96,21% dari seluruh larva sidat yang ditangkap, bermigrasi masuk muara sungai setiap bulan November hingga Mei pada tahun 2007, 2008, dan 2009. Berdasarkan data dari kantor BMKG Yogyakarta, pada bulan-bulan tersebut curah hujan di atas 125 mm per bulan dengan jumlah hari hujan lebih dari 15 hari per bulan.

PEMBAHASAN

Komposisi Tahunan

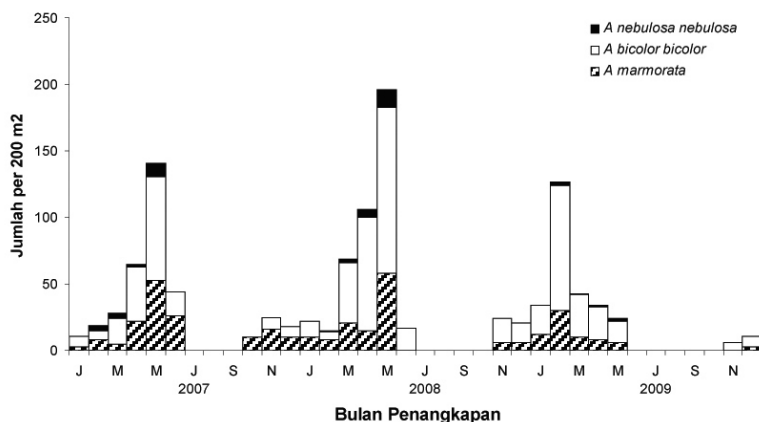
Dalam rentang waktu Januari 2007–Desember 2009, migrasi larva sidat masuk ke muara Sungai Progo tidak berlangsung sepanjang tahun, namun hanya pada bulan Oktober–Juni saja. Sebaliknya, pada bulan Juli hingga September tidak ada larva sidat yang bermigrasi ke muara sungai. Dalam rentang waktu tersebut, larva sidat jenis *A. marmorata* dan *A. bicolor bicolor* masuk ke muara Sungai Progo dari bulan Oktober hingga Juni, sedangkan jenis *A. nebulosa nebulosa* masuk ke muara hanya pada bulan Februari hingga Mei saja. Larva sidat yang masuk dalam jumlah relatif besar adalah jenis *A. bicolor bicolor* dan *A. marmorata*, sedangkan yang paling sedikit jenis *A. nebulosa nebulosa*. Dalam kurun waktu 3 tahun tersebut, pola komposisi tahunan larva sidat yang masuk muara Sungai Progo relatif stabil dan hampir sama (Gambar 1).

Komposisi tahunan jenis larva sidat yang masuk muara Sungai Progo

Budiharjo *et al.*, (2009a) menjelaskan bahwa larva sidat *A. marmorata* dan *A. bicolor bicolor* yang masuk muara Sungai Progo pada bulan Oktober hingga Januari tahun berikutnya datang dari arah timur. Sebaliknya, larva sidat jenis tersebut yang masuk ke muara pada bulan Februari hingga Juni datang dari arah barat. Larva sidat *A. bicolor bicolor* dan *A. marmorata* yang masuk ke muara Sungai Progo diperkirakan berasal dari kawasan pemijahan di Samudera Hindia mulai dari perairan sebelah barat Pulau Sumatra, tenggara Pulau Jawa, hingga barat laut Australia.

Jumlah larva sidat *A. bicolor bicolor* yang paling banyak bermigrasi ke Sungai Progo tersebut karena dipengaruhi oleh masa pemijahannya bertepatan dengan arus permukaan laut yang mengarah ke muara Sungai Progo. Pada bulan Desember hingga Mei tahun berikutnya, arus permukaan laut mengarah ke timur. Sementara itu, Setiawan *et al.* (2003a) menjelaskan bahwa pada bulan Desember hingga Februari tahun berikutnya merupakan masa pemijahan *A. bicolor bicolor* dan *A. marmorata* dalam jumlah besar di kawasan barat Pulau Sumatra. Oleh karena itu, larva sidat yang bermigrasi secara pasif mengikuti arus permukaan laut ke arah timur juga banyak, dan beberapa bulan kemudian sebagian larva sidat tersebut masuk muara Sungai Progo. Terbukti, lebih kurang 52% dari seluruh larva sidat yang bermigrasi ke muara Sungai Progo masuk setiap bulan April hingga Mei. Hal tersebut menunjukkan bahwa larva sidat yang masuk Sungai Progo sebagian besar berasal dari kawasan pemijahan di sebelah barat muara sungai.

Jarak antara lokasi pemijahan sidat jenis *A. marmorata* dan *A. bicolor bicolor* dengan muara Sungai Progo juga berpengaruh. Jarak dari muara sungai ke lokasi pemijahan sidat *A. marmorata* dan *A. bicolor bicolor* di kawasan



Gambar 1. Jumlah dan jenis larva sidat di muara Sungai Progo. Larva sidat ditangkap dari bulan Januari 2007 hingga Desember 2009.

perairan Mentawai hanya 1.300 km dan di kawasan perairan sebelah barat laut Australia hanya 1.400 km. Sementara itu, jarak muara Sungai Progo dengan lokasi pemijahan sidat *A. nebulosa nebulosa* sekitar 2.000 km. Padahal, semakin dekat jarak tempuh migrasi maka peluang untuk sampai muara Sungai Progo semakin besar. Oleh karena itu, larva sidat *A. marmorata* dan *A. bicolor bicolor* lebih berpeluang masuk muara Sungai Progo daripada jenis *A. nebulosa nebulosa*.

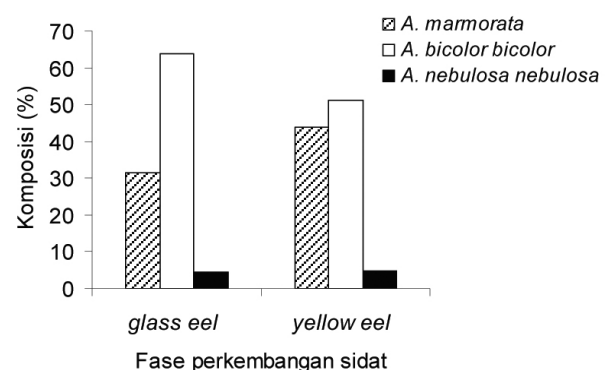
Larva sidat jenis *A. bicolor bicolor* yang masuk muara Sungai Progo lebih banyak daripada jenis *A. marmorata*. Padahal kedua jenis sidat tersebut lokasi pemijahannya di Samudera Hindia dalam area 2.000 km dari muara Sungai Progo berada pada kawasan yang hampir sama. Berdasarkan informasi dari Robinet *et al.*, (2008); Watanabe *et al.*, (2005); dan Tesch (2003), lokasi pemijahan *A. bicolor bicolor* di Samudera Hindia lebih banyak daripada lokasi pemijahan *A. marmorata*. Meskipun fekunditas *A. marmorata* lebih tinggi daripada *A. bicolor bicolor* (Williamson 1993; Tesch 2003; Tesch 1977), namun produksi larva sidat jenis *A. bicolor bicolor* di Samudra Hindia dekat kawasan Indonesia ternyata lebih banyak. Hal tersebut karena lokasi pemijahan *A. bicolor bicolor* jauh lebih banyak daripada *A. marmorata*. Oleh karena itu, di kawasan pemijahan tersebut larva sidat jenis *A. bicolor bicolor* lebih banyak diproduksi daripada jenis *A. marmorata*. Akibatnya, peluang larva sidat jenis *A. bicolor bicolor* untuk sampai ke muara Sungai Progo juga lebih besar daripada jenis *A. marmorata*.

Larva sidat jenis *A. nebulosa nebulosa* yang masuk ke muara Sungai Progo jumlahnya paling sedikit. Larva sidat *A. nebulosa nebulosa* yang masuk Sungai Progo merupakan hasil pemijahan dari bulan Nopember hingga Januari. Setiawan *et al.* (2003) menjelaskan bahwa lokasi pemijahan *A. nebulosa nebulosa* di sebelah barat laut Pulau Sumatra dan puncak pemijahannya adalah bulan Mei. Arus permukaan laut di Samudera Hindia dari bulan Mei hingga Oktober ke arah barat atau menjauhi muara Sungai Progo. Akibatnya, sebagian besar larva sidat juga akan hanyut menjauhi muara sungai. Pada saat arus permukaan laut mengarah ke Sungai Progo, jumlah larva sidat fase *leptocephalus* yang terbawa arus tidak sebanyak pada saat masa puncak migrasi. Di sisi lain, larva sidat jenis *A. nebulosa nebulosa* yang masuk ke Sungai Progo hanya datang dari arah barat. Hal tersebut juga menyebabkan larva sidat jenis tersebut yang masuk Sungai Progo hanya sedikit.

Selain faktor puncak migrasi dan arah arus permukaan laut, faktor jarak antara lokasi pemijahan dengan muara Sungai Progo yang paling jauh juga berpengaruh terhadap

sedikitnya larva sidat *A. nebulosa nebulosa* sampai ke muara sungai. Jarak dari muara Sungai Progo ke lokasi pemijahan *A. nebulosa nebulosa* lebih jauh daripada lokasi pemijahan *A. marmorata* dan *A. bicolor bicolor*. Semakin jauh jarak tempuh migrasi, peluang untuk sampai muara Sungai Progo semakin kecil. Kecilnya peluang tersebut karena pencarian *leptocephalus* sangat bergantung pada arus permukaan laut. Selain itu, tekanan lingkungan saat larva sidat bermigrasi di laut dalam jarak yang jauh juga akan memperkecil peluang larva sidat untuk sampai ke muara sungai. Hal tersebut menyebabkan *leptocephalus* jenis *A. nebulosa nebulosa* yang sampai muara Sungai Progo lebih sedikit dibandingkan *A. marmorata* dan *A. bicolor bicolor*.

Perbandingan jenis larva sidat fase *glass eel* yang ditangkap di muara dengan sidat fase *yellow eel* yang ditangkap di Sungai Progo—Larva sidat yang masuk ke muara Sungai Progo dalam kurun waktu Januari 2007 hingga Desember 2009 komposisi jenisnya cukup stabil. Sebagai pembandingan dari komposisi jenis larva sidat tersebut, dilakukan koleksi sidat fase *yellow eel* di Sungai Progo sampai jarak 62 km dari muara. Sebanyak 164 ekor sidat dengan panjang tubuh berkisar 27–96 cm telah dikoleksi di Sungai Progo pada bulan November 2007 hingga Maret 2008. Sidat fase *yellow eel* tersebut juga terdiri atas 3 jenis, dengan komposisi *A. bicolor bicolor* sebanyak 51,22%, *A. marmorata* sebanyak 43,90%, dan *A. nebulosa nebulosa* sebanyak 4,88% (Gambar 2). Sementara itu, komposisi larva sidat hasil koleksi di muara adalah *A. bicolor bicolor* sebanyak 64,32%, *A. marmorata* sebanyak 31,17%, dan *A. nebulosa nebulosa* sebanyak 4,50%.



Gambar 2. Komposisi jenis antara *glass eel* dan *yellow eel* di Sungai Progo. *Glass eel* dikoleksi di muara pada bulan Januari 2007–Desember 2009 ($n = 1.110$). *Yellow eel* ditangkap pada alur sungai di atas dam pada bulan Nopember 2007- Maret 2008 ($n = 164$).

Komposisi jenis antara larva sidat yang ditangkap di muara dengan sidat yang ditangkap di sungai ternyata hampir sama. Kemiripan tersebut karena sidat yang hidup di sungai merupakan sidat yang masuk melalui muara Sungai Progo dan kemudian bermigrasi ke arah hulu. Atas dasar kemiripan komposisi antara *yellow eel* dan *glass eel* tersebut, diperkirakan komposisi jenis larva sidat yang bermigrasi ke muara Sungai Progo seperti hasil penelitian ini telah berlangsung selama beberapa tahun.

Komposisi Harian

Periode migrasi tahunan larva sidat ke muara Sungai Progo berlangsung saat curah hujan bulanan lebih dari 125 mm per bulan. Budiharjo *et al.* (2009b) menjelaskan bahwa curah hujan yang tinggi berpengaruh terhadap stadium awal migrasi tahunan larva sidat ke muara sungai. Setelah larva sidat fase *glass eel* berkumpul di perairan pantai di depan muara maka larva sidat tersebut akan menunggu *timing* yang tepat untuk masuk muara. Selama periode tersebut, larva sidat hanya bermigrasi masuk ke muara saat intensitas cahaya 0 lux. Kondisi dengan intensitas cahaya sangat rendah tersebut hanya berlangsung pada malam hari saat fase bulan gelap.

Intensitas cahaya-Selama masa migrasi larva sidat ke muara Sungai Progo, larva sidat masuk ke muara Sungai Progo mulai tanggal lunar 25 hingga 1, dengan puncak migrasi terjadi sekitar tanggal 28–29. Dalam kurun waktu tersebut, intensitas cahaya pada malam hari adalah 0 lux. Larva sidat bermigrasi ke muara Sungai Progo hanya pada malam hari pada pukul 20.00–04.00 WIB. Larva sidat sangat sensitif terhadap cahaya, termasuk cahaya bulan yang intensitas cahayanya hanya berkisar 0,9–1,62 lux. Larva sidat sudah menghindari cahaya pada intensitas tersebut. Antara pukul 06.00 hingga 18.00 WIB tidak larva sidat yang bermigrasi ke muara Sungai Progo, dan pada

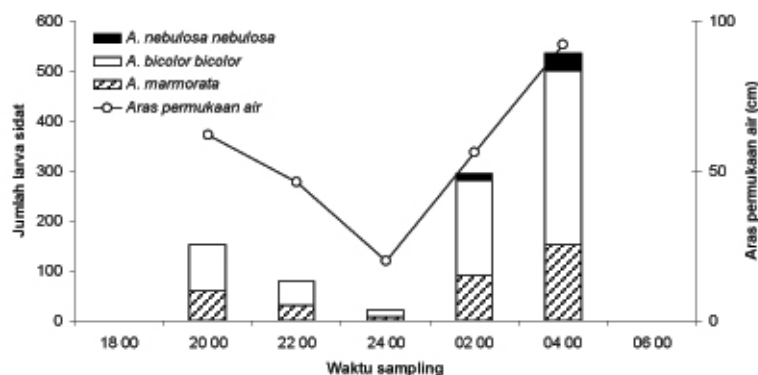
waktu tersebut intensitas cahaya berkisar dari 11 hingga 127.000 lux.

Migrasi harian larva sidat masuk ke muara Sungai Progo hanya berlangsung mulai pukul 20.00 sampai 04.00 WIB. Selama periode migrasi tersebut terjadi fluktuasi kelimpahan larva sidat yang masuk ke muara sungai (Gambar 3). Dalam kurun waktu Januari 2007–Desember 2009, jumlah total larva sidat yang ditangkap pada pukul 20.00 WIB sebanyak 156 ekor. Pada pukul 22.00 WIB jumlah total larva sidat yang ditangkap turun menjadi 81 ekor. Penurunan tersebut terus berlangsung, sehingga pada pukul 24.00 WIB jumlah total larva sidat yang ditangkap di muara hanya 24 ekor. Selanjutnya, pada pukul 02.00 WIB kelimpahan larva sidat meningkat dibandingkan dengan kelimpahan saat pukul 24.00 WIB. Pada pukul 02.00 WIB jumlah total larva sidat yang ditangkap menjadi 302 ekor. Peningkatan jumlah larva sidat yang ditangkap di muara terus meningkat hingga mencapai puncaknya pada pukul 04.00 WIB pagi, yaitu mencapai 547 ekor.

Pasang surut air laut memengaruhi aras permukaan air di muara. Berdasarkan penelitian ini, ternyata pola fluktuasi kelimpahan harian larva sidat ke muara Sungai Progo tersebut ternyata hampir sama dengan pola fluktuasi aras permukaan air.

Pasang surut air laut. Pola pasang surut air laut dapat dilihat dari perubahan aras permukaan air muara. Apabila air laut pasang, maka aras permukaan air tinggi, dan saat air laut surut maka permukaan air muara menjadi rendah. Secara umum, pada pukul 20.00 hingga 04.00 WIB jumlah larva sidat yang masuk ke muara Sungai Progo berkorelasi positif dengan aras permukaan air.

Pada saat air laut pasang, permukaan air laut cukup tinggi dan air laut banyak mengalir masuk ke muara sungai. Pada kondisi tersebut, larva sidat “menumpang” air pasang dan terdorong masuk muara sungai. Pada aras permukaan



Gambar 3. Jumlah larva sidat pada berbagai aras permukaan air. Jumlah total larva sidat yang ditangkap di muara Sungai Progo pada jam berbeda dari bulan Januari 2007 hingga Desember 2009 pada berbagai aras permukaan air estuari Sungai Progo.

air muara yang hampir sama, ternyata larva sidat yang masuk ke muara saat *flood tide* (pukul 02.00–04.00 WIB) lebih banyak daripada saat *ebb tide* (pukul 20.00–22.00 WIB). Hal tersebut karena energi pada saat *flood tide* lebih besar untuk dapat mendorong larva sidat masuk ke muara dibandingkan dengan saat *ebb tide*.

Kombinasi antara intensitas cahaya dan pasang surut air laut secara bersama-sama memengaruhi *timing* migrasi harian larva sidat ke muara Sungai Progo. Larva sidat bermigrasi ke muara Sungai Progo mengikuti pola pasang-surut air laut. Larva sidat lebih banyak masuk ke muara sungai saat aras permukaan air lebih tinggi terutama saat *flood tide*. Saat aras permukaan air lebih rendah atau pada saat surut, larva sidat yang masuk lebih sedikit. Namun demikian, masuknya larva sidat tersebut juga dibatasi oleh intensitas cahaya. Meskipun pada puncak pasang aras permukaan air tinggi, saat intensitas cahaya sebesar 11 lux atau lebih, maka migrasi harian larva sidat ke muara Sungai Progo juga tidak terjadi.

Di antara ketiga jenis larva sidat yang masuk muara Sungai Progo, ternyata terdapat perbedaan *timing* migrasi larva sidat ke muara. Larva sidat *A. marmorata* dan *A. bicolor bicolor* masuk muara mulai pukul 20.00 WIB dan terus bermigrasi hingga pukul 04.00 WIB. Sementara itu, *A. nebulosa nebulosa* mulai masuk ke muara mulai pukul 02.00 hingga 04.00 WIB, yaitu setelah lewat puncak surut atau saat air laut mulai naik (Gambar 3). Hal tersebut memperlihatkan bahwa selain intensitas cahaya dan pasang surut air laut, ada faktor internal dari setiap jenis larva sidat yang memengaruhi *timing* migrasi.

Larva sidat *A. marmorata* dan *A. bicolor bicolor* secara terus-menerus masuk kolom air sehingga dalam semalam selalu ada larva sidat yang bermigrasi ke muara. Sementara itu, larva sidat *A. nebulosa nebulosa* masuk kolom air tidak terus-menerus namun hanya saat tertentu saja. Larva sidat *A. nebulosa nebulosa* masuk ke muara pada kondisi *flood tide*, sehingga masuknya ke muara Sungai Progo lebih akhir dibandingkan dengan *A. marmorata* dan *A. bicolor bicolor*.

Waktu masuk larva sidat *A. nebulosa nebulosa* ke muara Sungai Progo yang berbeda dengan *A. marmorata* dan *A. bicolor bicolor* tersebut terjadi karena setiap jenis larva sidat memiliki perilaku yang berbeda saat akan masuk ke muara. Pada saat air sedang surut, larva sidat tersebut tidak masuk ke kolom air. Pada saat air pasang, maka larva sidat akan masuk ke kolom air. Larva sidat *A. nebulosa nebulosa* mampu mendeteksi adanya aliran air yang kuat ke arah muara sungai saat terjadi pasang naik atau *flood tide*. Pada kondisi air laut pasang dan aliran air

laut yang kuat menuju muara memungkinkan larva sidat *A. nebulosa nebulosa* bermigrasi masuk ke muara sungai secara cepat dengan menggunakan energi yang minimum. Itulah sebabnya larva sidat *A. nebulosa nebulosa* hanya bermigrasi ke muara Sungai Progo saat terjadi *flood tide* yang berlangsung setelah lewat jam 24.00 WIB.

Larva sidat yang masuk Sungai Progo 3 jenis, dan didominasi oleh *A. bicolor bicolor*. Komposisi jenis larva sidat yang masuk Sungai Progo stabil dengan pola tertentu. Komposisi tahunan dipengaruhi oleh arah arus laut, sedangkan komposisi harian dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Setiap jenis larva sidat memiliki *timing* migrasi masuk ke muara yang berbeda.

KEPUSTAKAAN

- Aoyama J, Wouthuyzen S, Miller MJ, Minegishi Y, Kuroki M, Suharti SR, Kawakami T, Sumardiharga KO, and Tsukamoto K, 2007. Distribution of leptocephali of the freshwater eels, genus *Anguilla*, in the waters off west Sumatra in the Indian Ocean. *Environ. Biol. of Fish.* (80): 445–52.
- Aoyama J, Wouthuyzen S, Miller MJ, Inagaki T, and Tsukamoto K, 2003. Short distance spawning migration of tropical freshwater eels. *Biol. Bull.* (204): 104–8.
- Budiharjo A, Subagja J, Djohan TS, 2009a. Umur *glass eel* (*Anguilla* spp.) yang masuk muara Sungai Progo Yogyakarta. *Berkala Penelitian Hayati*. Volume 14 Nomor 2.
- Budiharjo A, Subagja J, Djohan TS, 2009b. Dampak pembangunan tanggul pemecah ombak terhadap penurunan jumlah larva sidat (*Anguilla* spp.) yang bermigrasi masuk muara Sungai Progo. *Prosiding Seminar Nasional Biologi*. FMIPA UNY.
- Fricke H and Tsukamoto K, 1998. Seamounts and the mystery of eel spawning. *Naturwissenschaften.* (85): 290–1.
- Jellyman D, 2006. Tagging along when longfins go spawning. *Water and Atmosphere.* (14): 24–5.
- Jellyman D and Tsukamoto K, 2002. First use of archival transmitters to track migrating freshwater eels *Anguilla dieffenbachia* at sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* (233): 2070–15.
- McKinnon LJ, 2006. *A review of eel biology: knowledge and gaps*. EPA Victoria and Audentes Investments Pty. Ltd.
- Robinet T, Reveillac E, Kuroki M, Aoyama J, Tsukamoto K, Rabenevanana MW, Valade P, Gagnaive PA, Berrebi P, and Feunteun E, 2008. New clues for freshwater eels (*Anguilla* spp.) migration routes to eastern Madagascar and surrounding islands. *Mar. Biol.* DOI 10.1007/s00227-008-0938-7.
- Setiawan IE, Amarullah H, dan Mochioka N. 2003a. Kehidupan awal dan waktu berpijah sidat tropik *Anguilla* spp. *Prosiding Forum Nasional Sumberdaya Perikanan Sidat Tropik*. UPT Baruna Jaya, BPPT: 89–96.

- Setiawan IE, Husni A, Odilia R, Dedy Y, Mochioka N, dan Osame T, 2003b. *Leptocephali* sidat dari perairan Samudera Hindia. *Prosiding Seminar Riptek Kelautan Nasional. BPPT: 204–9*.
- Tesch FW, 2003. *The Eel*. Third edition. Blackwell Publishing Company.
- Tesch FW, 1977. *The Eel: Biology and management of anguillid eels*. Chapman and Hall. Ltd.
- Watanabe S, Aoyama J, Nishida M, and Tsukamoto K, 2005. Evaluation of the population structure of *Anguilla bicolor* using total number of vertebrae and the mtDNA control region. *Coastal Marine Science*. (29): 165–9.
- Watanabe S, Aoyama J, and Tsukamoto K. 2004. Re-examination of Ege's (1939) use of taxonomic characters of the Genus *Anguilla*. *Bull. Mar. Sci.* (74): 337–51.
- Williamson GR, 1993. The eels *Anguilla marmorata* and *A. japonica* in the Pearl River, China, and Hongkong. *Asian Fisheries Science*. 6: 129–38.

Reviewer: **Tim Reviewer**