



Tersedia online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/jppi>
e-mail: jppi.puslitbangkan@gmail.com

JURNAL PENELITIAN PERIKANAN INDONESIA

Volume 29 Nomor 1 Maret 2023

p-ISSN: 0853-5884

e-ISSN: 2502-6542

Nomor Akreditasi RISTEK-BRIN: 148/M/KPT/2020



MIGRASI IKAN PENJA (GOBI AMFIDROMUS)

MIGRATION OF PENJA (AMPHIDROMOUS GOBY)

Nurjirana^{1,2}, Andi Iqbal Burhanuddin², Abdul Haris³

¹Program Studi Akuakultur, Fakultas Peternakan dan Perikanan, Universitas Sulawesi Barat. Jl. Prof. Dr. Baharuddin Lopa, S.H., Kabupaten Majene 91412, Sulawesi Barat

²Pusat Penelitian Biosistemika dan Evolusi, Organisasi Riset Hayati dan Lingkungan, Badan Riset dan Inovasi Nasional Jl. Raya Jakarta Bogor Km 46, Cibinong 16911, Bogor, Jawa Barat.

³Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin. Jl. Perintis Kemerdekaan km.10 Tamalanrae, Makassar 90245, Sulawesi Selatan

Teregistrasi 18 Agustus 2022; Diterima setelah perbaikan 1 tanggal: 15 Juli 2025; Disetujui terbit tanggal: 17 Juli 2025

ABSTRAK

Ikan penja tergolong kedalam kelompok ikan goby yang bermigrasi secara amphidromous dan terdiri dari berbagai macam spesies dengan periode migrasi yang bervariasi. Dalam daur hidupnya beberapa spesies mengalami perubahan bentuk (metamorfosis) dan perubahan warna tubuh yang disebabkan oleh adanya perubahan habitat dan kebiasaan makan yaitu dari pemangsa plankton pada saat berada di laut berubah menjadi pemangsa algae dan menjadi organisme benthik pada saat di sungai. Periode waktu migrasi ikan penja memiliki korelasi dengan terjadinya fase bulan baru yang disertai dengan hujan. Adanya pendangkalan sungai dan pembangunan di area sungai tanpa adanya jalur migrasi ikan (fish way) akan memutus jalur migrasi bagi spesies amphidromous goby, selain itu fenomena kekeringan pada setiap musim kemarau juga ikut mengancam keberadaan iktiofauna air tawar pada umumnya.

Kata kunci: Pola migrasi, metamorfosis, faktor pembatas, ikan penja.

ABSTRACT

Penja fish belong to the group of goby fish that migrate amphidromously and consist of various species with varying migration periods. In their life cycle, some species experience changes in shape (metamorphosis) and changes in body color caused by changes in habitat and eating habits, namely from planktivore when they are at sea turning into herbivore and becoming benthic organisms when in rivers. The time period of penja fish migration has a correlation with the occurrence of a new moon phase accompanied by rain. The silting of the river and development in the river area without a fish migration route will cut off the migration path for the amphidromous goby species, in addition, the phenomenon of drought in every dry season also threatens the existence of freshwater ichthyofauna.

Keywords: Migration patterns, metamorphosis, limiting factors, penja

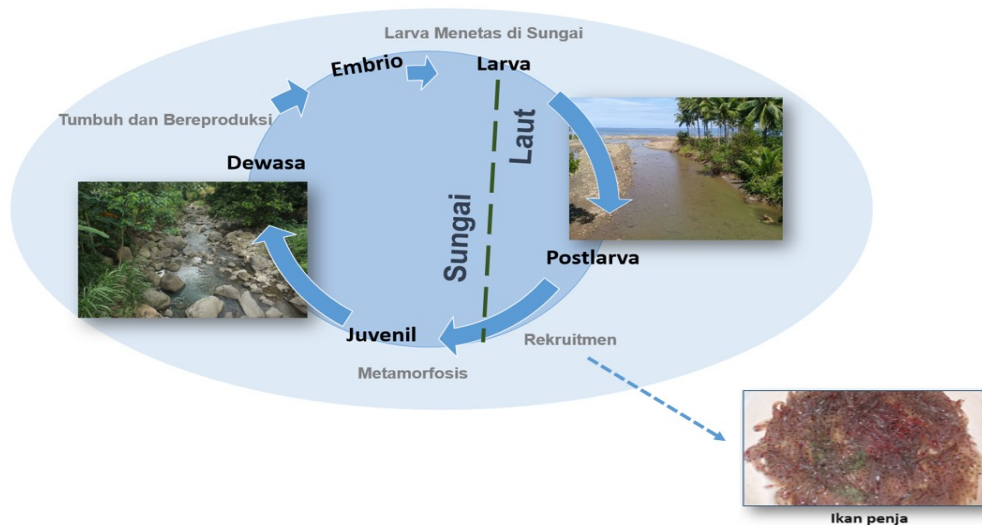
1. Pendahuluan

Ikan penja yang umum dijumpai di Perairan Sulawesi Barat merupakan sekumpulan postlarva dari ikan goby yang berdasarkan studi biologi perikanannya, terutama studi tentang migrasinya, ikan ini tergolong ke dalam ikan yang bermigrasi secara amfidromus (McDowall 2007, Keith et al., 2008, Nurjirana et al., 2020, Nurjirana et al., 2021; Nurjirana et al., 2022). sehingga pada umumnya disebut sebagai ikan goby amfidromus. Karena tidak

semua spesies dari ikan goby bermigrasi secara amfidromus, sehingga hanya beberapa kelompok tertentu saja dari ikan goby yang dilaporkan bermigrasi secara amfidromus. Spesies goby amfidromus yang tersebar di wilayah Indo-Pasifik di antaranya genus *Sicyopterus*, *Sicyopus*, *Stiphodon*, *Smilosicyopus*, *Lentipes*, *Awaous*, *Stenogobius*, *Rhinogobius*, *Eleotris*, *Giuris*, *Belobranchus* dan *Schismatogobius* (Keith 2003, Keith et al., 2012, Keith et al., 2015, Menneson et al., 2015, Keith et al., 2017, Keith et al., 2020; Menneson et al., 2021).

Korespondensi penulis:
nurjirana@gmail.com

DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/jppi.29.1.2023.31-37>



Gambar 1. Siklus hidup ikan penja (Modifikasi Bell 1999 & Teichert et al., 2012)
Figure 1. Life cycle of penja (Modification Bell 1999 & Teichert et al., 2012)

Jumlahnya yang cukup banyak dan memiliki periode waktu yang kontinyu pada saat migrasi didukung dengan informasi mengenai reproduksi salah satu jenis dari ikan penja yaitu jenis *Sicyopterus lagocephalus* (Pallas, 1770) yang tersebar di Indo-Pasifik diketahui merupakan jenis ikan yang melakukan reproduksi sepanjang tahun yang diperkuat oleh hasil kajian histologi dari ovarium ikan *S. lagocephalus* yang memiliki perkembangan dan ukuran folikel pada ovarium yang tidak seragam, sehingga memungkinkan untuk terus melakukan reproduksi ketika tahap pematangan gonad berdasarkan kelompok oosit tertentu yang siap untuk dibuahi (Teichert et al., 2014).

McDowall (2007) lebih lanjut menjelaskan bahwa gobi amfidromus merupakan ikan gobi yang melakukan migrasi dengan tujuan untuk memenuhi kebutuhan makanan pada fase tertentu demi kelangsungan hidupnya, sehingga untuk beberapa jenis ikan perlu untuk bermigrasi karena yang menjadi alasan utamanya adalah tidak tersedianya makanan pada fase tersebut di lingkungan awal mereka hidup. Informasi terkait aspek migrasi dan siklus hidup perlu diketahui mengingat masih banyaknya informasi yang keliru mengenai ikan penja, dimana masyarakat pada umumnya belum mengetahui bahwa ikan penja merupakan ikan yang bermigrasi dan berasal dari perairan tawar, serta terdiri dari beragam spesies.

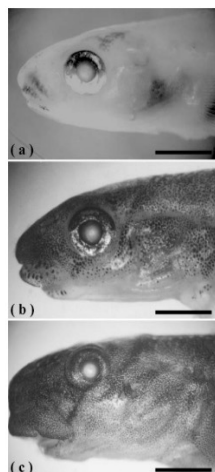
2. Pola Migrasi Ikan Penja

Fenomena munculnya sekelompok postlarva

ikan penja dalam jumlah yang sangat banyak memenuhi perairan di sekitar pesisir pantai hingga muara sungai merupakan peristiwa migrasi yang umum dijumpai untuk jenis ikan yang bermigrasi secara amphidromous, khususnya ikan penja yang dikenal dengan istilah gobi amfidromus. Ikan gobi dewasa yang berada di sungai melakukan pemijahan, kemudian embrio terbawa arus sungai dan menetas di sungai sebelum sampai ke perairan laut, larva yang berada di laut akan menjalani fase planktonik selama beberapa bulan hingga memasuki fase pascalarva, sehingga pada waktu tertentu pascalarva tersebut akan bermigrasi kembali menuju sungai untuk tumbuh dan berkembangbiak (McDowall 2007, Keith et al., 2008; dan Lord et al., 2010). Pemilihan habitat ikan penja jenis tertentu dipengaruhi oleh beberapa faktor di antaranya kejernihan air, ukuran habitat, kecepatan arus, dan ketersediaan makanan (Nishimoto & Fitzsimons 1986, Keith 2003; dan Keith et al., 2004).

Berdasarkan hasil penelitian Valadae et al. (2009) yang mengemukakan mengenai awal hidup dari larva *S. lagocephalus* menunjukkan bahwa larva ikan penja untuk jenis *S. lagocephalus* hanya akan mengalami perkembangan larva dari tahap penyerapan kuning telur hingga pada tahap bukaan mulut pertama ketika berada di perairan laut, sehingga sebagian siklus hidupnya harus berada di perairan laut (larva-pascalarva) dalam hal memenuhi kebutuhan makanan pada fase tersebut.

Migrasi ikan penja terjadi tanpa adanya spesifikasi waktu tertentu, sehingga migrasinya berlangsung



Gambar 2. Perubahan bentuk mulut (terminal ke subterminal) pada saat fase pascalarva menuju fase juvenil spesies *Sicyopterus japonicus* (Tanaka 1909) (Modifikasi Shen & Tzeng 2002).
 Figure 2. Mouth shape change (terminal to sub-terminal) the post-larva to juvenile phase of *Sicyopterus japonicus* (Tanaka 1909) (Modification Shen & Tzeng 2002).

baik pada waktu siang hari maupun pada malam hari, dimana ikan penja berkumpul pertama kali di dekat pantai, kemudian bermigrasi menuju estuaria, dan pada waktu tertentu tergantung dari spesiesnya ikan penja memulai bermigrasi menuju hulu sungai hingga sampai pada habitatnya masing-masing dan kebanyakan berakhir pada area yang memiliki air terjun (Miller 1984, Tate 1997, Nishimoto & Kuamo'o 1997; Keith 2003; Nurjirana et al., 2022). Proses migrasi ke sungai pada ikan penja sering dikaitkan dengan terjadinya hujan yang cukup deras dan adanya aliran air tawar tampaknya pemicu terjadinya migrasi, bahkan pada beberapa sungai yang alirannya sempat terputus menjadi jalur migrasi pada saat terjadinya hujan yang cukup deras (Delacroix 1987; dan Delacroix & Champeau 1992).

3. Periode Fase Planktonik

Selama fase hidupnya, ikan penja berada pada dua habitat yang berbeda, yaitu pada sungai dan perairan laut. Perbedaan kedua habitat tersebut mempengaruhi siklus hidup dan kebiasaan makannya. Pada fase larva-postlarva atau fase planktonik cenderung mengkonsumsi decapoda, saat bermigrasi ke sungai mengalami perubahan kebiasaan makan, dan mengkonsumsi organisme bentik, bahkan cenderung mengkonsumsi makroalga yang terdapat pada substrat perairan (Bielsa et al., 2003).

Informasi mengenai umur ataupun periode waktu yang dihabiskan di perairan laut (pelagic larva duration) pada fase larva-postlarva sangat bervariasi, hal tersebut didukung oleh hasil

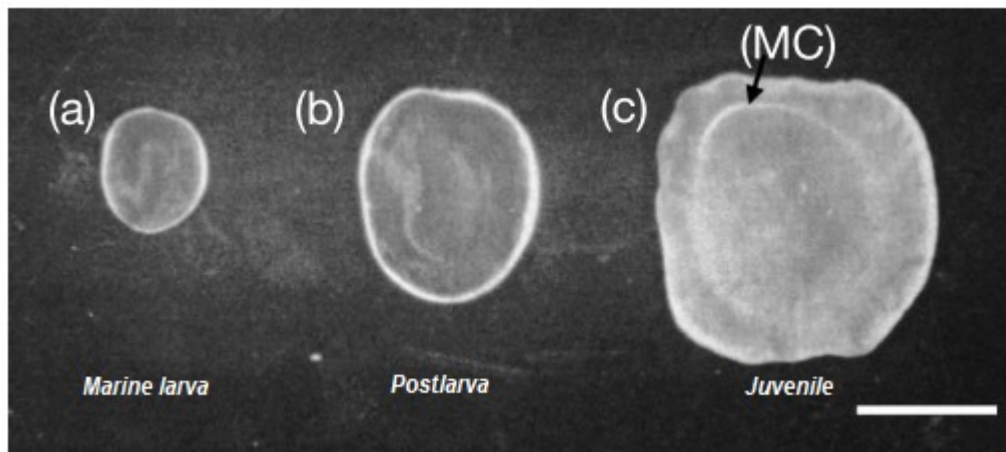
pengamatan berdasarkan jumlah lingkaran yang terbentuk pada otolith sebagai salah satu indikator untuk mengetahui umur ikan pada umumnya menunjukkan bahwa kisaran umur ikan penja pada saat bermigrasi menuju sungai (Tabel 1) berkisar $53,6 \pm 5,7$ hari hingga 293 hari.

Terdapat periode waktu migrasi yang bervariasi pada beberapa spesies ikan penja pada saat fase planktonik di perairan laut dan akan kembali ke sungai setelah mendapatkan sinyal atau petunjuk untuk melakukan migrasi, namun di Pulau La Reunion, waktu migrasi ikan penja (rekrutmen) memiliki korelasi pada saat periode bulan gelap yang disertai adanya

4. Perubahan Morfologi Ikan Penja (Metamorfosis)

Spesies gobi amfidromus yang bermigrasi dari perairan laut menuju sungai, dalam setiap fasenya, yakni dari fase postlarva menuju fase juvenil terjadi perubahan pada beberapa bagian tubuhnya, baik perubahan bentuk maupun warna tubuh. Sebagai organisme yang setiap fase hidupnya mengalami perubahan lingkungan secara signifikan, membuat ikan penja harus melakukan beberapa mekanisme adaptasi dalam setiap fase hidupnya, khususnya perubahan kebiasaan makan.

Spesies gobi amfidromus mengalami perubahan kebiasaan makan pada saat berada di perairan laut (fase planktonik) yang cenderung mengkonsumsi decapoda sebagai sumber makanan utama (planktivora) yang kemudian setelah bermigrasi ke sungai dari fase postlarva menuju juvenile



Gambar 3. Metamorphosis check mark pada spesies *S. japonicus* pada fase juvenile (Modifikasi Shen & Tzeng 2002).

Figure 3. Metamorphosis check mark of *S. japonicus* in juvenile phase (Modification Shen & Tzeng 2002).

cenderung mengonsumsi alga (herbivora) dan menjadi organisme bentik hingga fase dewasa, sehingga dari proses tersebut menyebabkan beberapa perubahan pada tubuh seperti letak posisi mulut dari terminal ke subterminal (Gambar 2), perubahan bentuk pada ekor, perubahan warna (kromatopora) pada tubuhnya diduga sebagai bentuk adaptasi morfologi terhadap perubahan lingkungan (Keith et al., 2006,2008; Nurjirana et al., 2022). Hal tersebut menjadi salah satu faktor yang terjadinya perubahan bentuk tubuh pada saat fase postlarva menuju fase juvenile atau pada umumnya dikenal dengan istilah metamorphosis. Tidak hanya pada tubuh dan warnanya saja yang berubah, perubahan tersebut menggambarkan juga pada bagian otolit (Gambar 3) yang digunakan sebagai penentu umur ikan pada umumnya, dimana terdapat pola lingkaran yang sedikit lebih tebal dari lingkaran lainnya dan hanya ditemukan pada ikan penja yang telah bermigrasi ke sungai dan para peneliti sepakat bahwa hal tersebut merupakan penanda pada saat ikan penja melakukan perubahan bentuk (metamorphosis check mark) yang mana pada saat itu terjadi proses adaptasi terhadap lingkungan barunya (Keith et al., 2008).

Hasil penelitian secara *in vivo* oleh Keith et al. (2008) pada spesies ikan penja *S. lagocephalus* yang diamati menunjukkan bahwa tidak terjadi penambahan ukuran tubuh untuk beberapa waktu, yaitu selama belum terjadi perubahan bentuk morfologi (metamorfosis) sehingga tidak terjadi hubungan signifikan dari pertumbuhan ikan penja dari fase postlarva menuju fase juvenil untuk beberapa waktu tertentu setelah memasuki sungai. Hal tersebut diduga merupakan salah satu bentuk adaptasi mekanisme kerja tubuh terhadap

perubahan tekanan osmotik dan perubahan kebiasaan makan, sehingga energi pada tubuh ikan penja digunakan untuk penyesuaian tekanan osmotik di lingkungan barunya dan adaptasi terhadap saluran pencernaannya (Keith et al., 2008).

5. Faktor Pembatas Migrasi Ikan Penja

Proses migrasi pada ikan penja dari perairan laut menuju sungai merupakan suatu proses yang menakjubkan pada spesies ikan penja yang memiliki toleransi terhadap dua jenis perairan yang berbeda, sehingga dalam proses migrasi menuju habitat asalnya menjadi hal yang penuh tantangan bagi sekumpulan postlarva ikan penja untuk melanjutkan fase hidupnya hingga dewasa. Sejauh ini faktor hidrologi menjadi indikator yang paling berpengaruh bagi kelangsungan hidup ikan penja. Kondisi lingkungan yang baik akan mendukung proses migrasi, baik pada ikan penja maupun ikan migrasi lainnya. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi proses migrasi ikan yaitu adanya pembangunan bendungan (dam) tanpa adanya jalur khusus bagi ikan migrasi (fish way) akan memutus jalur migrasi, serta menghambat proses migrasi bagi ikan untuk kembali ke habitat awal mereka hidup. Hal tersebut akan berdampak pada berkurangnya populasi ikan migrasi hingga ancaman kepunahan spesies jika adanya area yang tidak terhubung satu sama lainnya.

Hasil observasi lapangan di Pulau Enggano yang kemukakan oleh Hadiaty & Sauri (2017) menyatakan bahwa adanya aliran sungai yang dibendung (dam) oleh masyarakat setempat untuk mengalir sawah di salah satu lokasi penelitian mengakibatkan tidak ditemukannya spesies ikan

Tabel 1. Fase planktonik (pelagic larva duration) spesies gobi amfidromus.

Table 1. Planktonic phase (pelagic larva duration) of gobi amfidromus

Spesies	Hasil Penelitian	Lokasi Penelitian	Sumber
<i>Lentipes concolor</i>	86,2 ± 8,5 hari	Hawaii	Radtke <i>et al.</i> (2001)
<i>Sicyopterus japonicus</i>	208 ± 22 hari	Wakayama (Jepang)	Iida <i>et al.</i> (2008)
<i>S. japonicus</i>	163 ± 12,79	Taiwan	Shen & Tzeng (2008)
<i>S. lagocephalus</i>	131 ± 3,4 hari	Wilayah Indo-Pasifik	Lord <i>et al.</i> (2010)
<i>S. lagocephalus</i>	96 – 293 hari	Pulau La Reunion	Teichert <i>et al.</i> (2014)
<i>S. aiensis</i>	79,2 ± 4,6 hari	Vanuatu	Lord <i>et al.</i> (2010)
<i>S. sarasini</i>	76,5 ± 3,9 hari	New Caledonia	Lord <i>et al.</i> (2010)
<i>Sicyopus zosterophorum</i>	54,6 ± 5,6 hari	Wilayah Indo-Pasifik	Taillebois <i>et al.</i> (2012)
<i>Smilosicyopus chloe</i>	53,6 ± 5,7 hari	New Caledonia	Taillebois <i>et al.</i> (2012)
<i>Akihito Vanuatu</i>	55,4 ± 7,5 hari	Vanuatu	Taillebois <i>et al.</i> (2012)
<i>Eleotris fusca</i>	84 - 111 hari	Taiwan	Shiao <i>et al.</i> (2015)
<i>E. fusca</i>	150 ± 17,24 hari	Reunion Island	Corbarieu (2008)
<i>E. fusca</i>	63.4 ± 5,8 hari	Mayotte	Mennesson <i>et al.</i> (2015)
<i>E. fusca</i>	114,8 ± 21,8 hari	Reunion Island	Mennesson <i>et al.</i> (2015)
<i>E. fusca</i>	90 ± 19,2 hari	Vanuatu	Mennesson <i>et al.</i> (2015)
<i>E. fusca</i>	96,2 ± 17,5 hari	French Polynesia	Mennesson <i>et al.</i> (2015)

gobi amfidromus dan jenis ikan migrasi lainnya pada bagian hulu dari dam tersebut, sedangkan lokasi lainnya yang tidak memiliki dam terdapat spesies gobi amfidromus. Sebagai negara yang memiliki iklim tropis, di Indonesia sering terjadi fenomena kekeringan pada setiap musim kemarau (kemarau panjang) yang menyebabkan beberapa aliran sungai terputus satu sama lain, sehingga hanya membentuk sebuah genangan yang nantinya akan mengering, yang menyebabkan beberapa jenis ikan mengalami kematian massal setiap musim kemarau. faktor pembatas lainnya yaitu adanya pendangkalan sedimen yang terjadi di sungai hingga menutup bagian muara sungai menjadi salah satu dampak yang bisa menurunkan populasi ikan penja, karena akses yang sulit menuju sungai menyebabkan ikan penja tidak bisa kembali ke habitat awalnya, sehingga dikhawatirkan tidak adanya regenerasi dari spesies tersebut.

Hal tersebut di atas menjadi salah satu faktor menurunnya populasi ikan penja, selain dari pada faktor penangkapan. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Galindo et al. (2011) di bagian Utara Colombia menyebutkan bahwa adanya penurunan jumlah hasil tangkapan pascalarva ikan gobi amfidromus oleh para nelayan yang diduga karena adanya kelebihan tangkap (over fishing) pada setiap periode migrasi berlangsung, hal itu sangat dirasakan oleh para pengumpul hasil tangkapan para nelayan yang menyatakan, saat ini hasil yang

biasa mereka dapatkan pada setiap musim migrasi tak sebanyak tahun-tahun sebelumnya. Tingginya permintaan akan ketersediaan ikan penja yang disertai dengan harga yang cukup menggiurkan, menjadi hal yang membuat para nelayan setempat sangat antusias dalam melakukan penangkapan ikan penja ketika bermigrasi ke sungai. Selain dikonsumsi dalam kondisi segar, beberapa nelayan juga sering melakukan penggaraman dan melakukan penjemuran untuk dijadikan sebagai penja kering (penja asin) yang bisa disimpan dalam waktu yang cukup lama. Untuk masyarakat di Sulawesi pada umumnya, mengonsumsi hasil olahan penja kering lebih banyak diminati, sehingga hal tersebut yang menjadi salah satu faktor tingginya permintaan akan ikan penja sepanjang tahun dan ditakutkan nantinya akan terjadi penangkapan berlebih (over exploitation) bagi spesies gobi amfidromus, khususnya bagi spesies yang endemik.

KESIMPULAN

Pola migrasi pada ikan penja memiliki korelasi terhadap fase bulan yang mana postlarva ikan penja akan bermigrasi ke sungai ketika memasuki periode bulan gelap atau bulan baru. Fase planktonik pada ikan penja memiliki waktu yang beragam berkisar berkisar 53,6±5,7 hari hingga 293 hari tergantung jenisnya dan juga dipengaruhi oleh faktor hidrologi ketika berada di perairan laut. Adanya bendungan/dam dan pendangkalan pada area sungai menjadi

faktor pembatas bagi ikan penja sebagai ikan yang melakukan migrasi secara amfidromus.

DAFTAR PUSTAKA

- Bell KNI. (1999). An Overview of Goby-fry Fisheries. Naga Manila, 22:30-36.
- Bielsa S, Fransisco P, Mastrorillo S, & Parent JP. (2003). Seasonal changes of periphytic nutritive quality for *Sicyopterus lagocephalus* (Pallas 1770) (Gobiidae) in three streams of Reunion Island. *Annals de Limnologie-International Journal of Limnology*, 39:115-127.
- Corbarieu A. (2008). Caracterisation de la vie larvaire et des premiers stades de developpement en eau douce chez *Awaous commersoni*, *Eleotris fusca* et *Eleotris mauritiana*, poisons amphidromes de La Reunion. Ph.D Thesis. Polytechnique Montpellier, France.
- Delacroix P. (1987). Etude des bichiques, juveniles de *Sicyopterus lagocephalus* (Pallas), poisson Gobiidae, migrateur des rivieres de La Reunion (Ocean Indien): exploitation, repartition, biologie de la reproduction et de la croissance. PhD Thesis. University of La Reunion.
- Delacroix P. & Champeau A. (1992). Ponte en eau douce de *Sicyopterus lagocephalus* (Pallas) poisson Gobiidae amphibionte des revieres de La Reunion. *Hydroecologie Appliquee*, 4:49-63.
- Hadiaty RK & Sauri S. (2017). Ikti fauna air tawar Pulau Enggano, Indonesia. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 17(3):273-287.
- Hoareau T. (2005). Dynamique structurale des populations de bichiques (*Sicyopterus lagocephalus*), Gobiidae amphidromes des revieres de La Reunion. PhD Thesis. University of La Reunion.
- Iida M, Wattabe S, Shinoda A. & Tsukamoto K. (2008). Recruitment of the Amphidromous Goby *Sicyopterus japonicus* to the Estuary of the Ota River, Wakayama, Japan. *Enviro Biol Fish*, 83:331-341.
- Lord C, Brun C, Hautecoer M, & Keith P. (2010). Comparison of the duration of the marine larval phase estimated by otolith microstructural analysis of three amphidromous *Sicyopterus* species (Gobiidae: Sicydiinae) from Vanuatu and New Caledonia: insights on endemism. *Ecol. Freshw. Fish*, 19:26-38.
- Keith P, Vigneux E. & Bosc P. (1999). Atlas des poisons et crustaces d'eau douce de La Reunion. *Patrimoines naturels*, Vol. 39. Paris: Museum National d'Histoire Naturelle.
- Keith P. (2003). Biology and ecology of amphidromous gobiidae of the Indo-Pacific and Caribbean regions. *Journal of Fish Biology*, 63: 831-847.
- Keith P, Watson RE, & Marquet G. (2004). *Sicyopterus aiensis*, a new species of freshwater goby from Vanuatu (Teleostei: Gobiidae). *Cybum*, 28: 111-118.
- Keith P, Lord C, Vigneux E. (2006). In vivo observation on postlarva development of freshwater gobies and eleotrids from French Polynesia and New Caledonia. *Ichthyol Explor Freshwaters*, 17: 2
- Keith P, Hoareau TB, Lord C, Ah-Yane O, Gimoneau G, Robinet T. & Valade P. (2008). Characterisation of post-larval to juvenile stages, metamorphosis and recruitment of an amphidromous goby, *Sicyopterus lagocephalus* (Pallas 1770) (Teleostei: Gobiidae: Sicydiinae). *Marine and Freshwater Research*, 59: 876-889.
- Keith P, Hadiaty RK, & Lord C. (2012). A new species of *Belobranchus* (Teleostei: Gobiidae: Eleotridae) from Indonesia. *Cybum*, 36(3): 479-484. DOI: <https://doi.org/10.26028/cybum/2012-363-007>
- Keith P, Lord C, & Maeda K. (2015). Indo-Pacific Sicydiine Gobies: Biodiversity, Life Traits and Conservation. (p.256). Société Française d'Ichtyologie.
- Keith P, Lord C, & Larson HK. (2017). Review of *Schismatogobius* (Teleostei: Gobiidae) from Papua New Guinea to Samoa, with description of seven new species. *Cybum*, 41(1):45-66. DOI: 10.26028/cybum/2017-411-005.
- Keith P, & Mennesson M. (2020). Review of *Giuris* (Teleostei: Eleotridae) from Indo-Pacific islands, with description of three new species. *Cybum*, 44(4): 331-349. DOI: 10.26028/cybum/2020-444-004.
- McDowall RM. (2007). On amphidromy, a distinct form of diadromy in aquatic organisms. *Fish and Fisheries*, 8. 1-13.
- Mennesson MI, Tabouret H, Pecheyran C, Feunteun E, Keith P. (2015). Amphidromous life cycle of *Eleotris fusca* (Gobiidae: Eleotridae), a widespread species from the Indo-Pacific studied by otolith analyses. *Cybum*, 39 (4): 249-260. DOI: <https://doi.org/10.26028/cybum/2015-394-002>.
- Mennesson MI, Keith P, Sauri S, Busson F, Delrieu-Trottin E, Limmon G, Sukmono T, Nurjirana, Risdawati R, Dahrudin H, & Hubert N. (2021). *Eleotris* (Teleostei: Eleotridae) from Indonesia with description of three new species within the 'melanosoma' neuromast pattern group. *Pacific Science*, 75(4): 469-496. DOI:10.2984/75.4.2.
- Miller PJ. (1984). The tokology of gobioid fish-

- es. In 'Fishes Reproduction: Strategies and Tactics'. (pp.119-153). (Eds G.W Potts and R.J Wooton). Academic Press: London.
- Nishimoto RT, & Fitzsimons JM. (1986). Courtship, territoriality, and coloration in the endemic Hawaiian freshwater goby, *Lentipes concolor*. In Indo-Pacific Fish Biology. Proceeding of the 2nd International Conference on Indo-Pacific Fishes, Tokyo. pp. 811-817.
- Nishimoto RT, & Kuamo'o DGK. 1997. Recruitment of goby postlarvae into Hakalau stream, Hawaii island. *Micronesica*, 30:41-49.
- Nurjirana, Afrisal M, Sufardin, Haris A, & Burhanuddin AI. (2020). Diversity and distribution freshwater ichthyofaunal of West Sulawesi. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 486(1). Proceeding of International Conference of Wildlife Trade and Utilization in Wallacea Region, Hasanuddin University, Makassar, 22nd August 2019. DOI: 10.1088/1755-1315/486/1/012079.
- Nurjirana, Keith P, Burhanuddin AI, Haris A, & Afrisal M. (2021). DNA barcoding of two amphidromous goby postlarvae ('penja') morphotypes from Mandar River, West Sulawesi, Indonesia. *Cybum*, 45(3): 243-249. DOI: <https://doi.org/10.26028/cybum/2021-453-009>.
- Nurjirana, Burhanuddin AI, Keith P, Haris A, & Afrisal M. (2022). Short communication: Amphidromous goby postlarvae (penja) migration seasons and fisheries in West Sulawesi, Indonesia, preliminary data. *Biodiversitas*, 23(1):375-380. DOI: 10.13057/biodiv/d230138
- Radtke RL, Kinzie III RA, & Shafer DJ. (2001). Temporal and spatial variation in length of larva life and size at settlement of the Hawaiian amphidromous goby *Lentipes concolor*. *Journal of Fish Biology*, 59:928-938.
- Shen KN. & Tzeng WN. (2008). Reproductive strategy and recruitment dynamics of amphidromous goby *Sicyopterus japonicus* as revealed by otolith microstructure *Journal of Fish Biology*, 73:2497-2512.
- Shiao JC, Tzeng CS, Li PC, & Bell KNI. (2015). Upstream migration and marine early life history of amphidromous gobies inferred from otolith increments and microchemistry. *Environmental Biology Fishes*, 98:933-950. DOI: 10.1007/s10641-014-0329-5.
- Taillebois L, Maeda K, Vigne S, & Keith P. (2012). Pelagic larva duration of three amphidromous Sicydiinae gobies (Teleostei: Gobioidae) including widespread and endemic species. *Ecology Freshwater Fish*, 21:552-559. DOI: 10.1111/j.1600-0633.2012.00575.x.
- Tate DC. (1997). The role of behavioral interaction of immature Hawaiian stream fishes (Pisces: Gobioidae) in population dispersal and distribution. *Micronesica*, 30:51-70.
- Teichert N, Richarson M, Valade P, & Gaudin P. (2012). Reproduction and Marine Life History of an Endemic Amphidromous Gobioid Fish of Reunion Island. *Aquatic Biology*, 15: 225-236. DOI: 10.3354/ab00420.
- Teichert N, Valade P, Fostier A, Lagarde R, & Gaudin P. (2014). Reproductive biology of an amphidromous goby *Sicyopterus lagocephalus* in La Reunion Island. *Hydrobiologia*, 726:123-141. DOI: 10.1007/s10750-013-1756-6.
- Valade P, Lord C, Grondin H, Bosc P, Taillebois L, Iida Midori, Tsukamoto K, & Keith P. (2009). Early life history and description of larval stages of an amphidromous goby *Sicyopterus lagocephalus* (Gobiidae: Sicydiinae). *Cybum*, 33(4):309-319.