

Pola rekrutmen ikan amfidromus air tawar (Pisces: Gobiidae, Eleotridae) ke estuari Cimaja, Teluk Palabuhanratu

[Recruitment patterns of freshwater amphidromous fishes (Pisces: Gobiidae, Eleotridae) to the Cimaja estuary, Palabuhanratu Bay]

Charles P.H. Simanjuntak^{1,2}, Faqih Baihaqi², Tri Prabowo², Shafira Bilqis A³, Sulistiono¹, Ayu Ervinia¹

¹ Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, FPIK IPB University,
Jl. Lingkar Kampus IPB Dramaga 16680
surel: charles_phs@apps.ipb.ac.id

² Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Perairan, Sekolah Pascasarjana,
Jl. Lingkar Kampus IPB Dramaga 16680

³ Program Studi Teknologi Perikanan Laut, Sekolah Pascasarjana,
Jl. Lingkar Kampus IPB Dramaga 16680

Diterima: 15 September 2021; Disetujui: 31 Oktober 2021

Abstrak

Keberlanjutan sumber daya ikan amfidromus ditentukan oleh keberhasilan proses rekrutmen larva dari habitat laut menuju perairan tawar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pola rekrutmen ikan amfidromus air tawar menuju perairan estuari Sungai Cimaja, Teluk Palabuhanratu ditinjau dari musim dan harian. Ikan amfidromus ditangkap setiap bulan pada tanggal 25 Hijriah atau awal bulan baru dari Desember 2020 sampai Agustus 2021. Sampling dalam satu hari penuh dengan interval pengamatan setiap 4 jam dilakukan pada Juni 2021 untuk menentukan waktu larva dan yuwana ikan amfidromus rekrut ke estuari Sungai Cimaja. Sebanyak 13 spesies anak ikan amfidromus mewakili lima genera dan dua famili ditemukan. Puncak rekrutmen anak ikan amfidromus di Sungai Cimaja terjadi antara pertengahan musim penghujan sampai musim kemarau. Anak ikan amfidromus yang melakukan rekrutmen ke perairan estuari Sungai Cimaja umumnya berada pada stadia yuwana (panjang tubuh 11.9-21.8 mm). Namun proses rekrutmen ke wilayah estuari Cimaja pada beberapa spesies ikan amfidromus lainnya terjadi pada stadia postflexion (6.9-11.9 mm). Berdasarkan pengamatan harian ditemukan bahwa larva dan yuwana ikan amfidromus umumnya memilih rekrut ke estuari Sungai Cimaja pada dini hari (pukul 03:00) dan sore hari (15:00). Puncak rekrutmen larva ikan amphiromus menuju Sungai Cimaja mengikuti siklus pasang semi-diurnal yang merupakan tipe pasang di Teluk Palabuhanratu. Ikan amphidromous memanfaatkan gelombang pasang untuk rekrut dan beruaya ke arah hulu Sungai Cimaja melewati daerah estuari.

Kata penting: amfidromus, gelombang pasang, postflexion, ruaya, yuwana

Abstract

The sustainability of amphidromous fishes is determined by the success of the larval recruitment process from marine to freshwaters habitats. This study aimed to determine the recruitment pattern of freshwater amphidromous fish to the Cimaja River estuary, Palabuhanratu Bay in terms of season and daily. Amphidromous fish were caught monthly on the 25th of Hijri or waning crescent from December 2020 to August 2021. Sampling in one whole day with observation intervals every 4 hours was carried out in June 2021 to reveal the time of larvae and juveniles of the amphidromous fish recruit to the Cimaja River estuary. A total of 13 species of amphidromous fishes representing five genera and two families was captured. The recruitment of amphidromous fishes into the Cimaja River occurs between the peak of the rainy season to dry season. Generally, amphidromous recruit into the estuary waters of the Cimaja River is at the juvenile stage (11.9-21.8 mm body length). However, the recruitment of some amphidromous fish species appears at the postflexion stage (6.9-11.9 mm BL). Based on diel observations, larvae and juveniles of amphidromous fish are generally preferred to recruit to the Cimaja River estuary in the early morning (03:00 am) and afternoon (03:00 pm). Recruitment of amphidromous fish larvae to the Cimaja River follows a

semi-diurnal tidal cycle which is a tidal type in Palabuhanratu Bay. Amphidromous fishes use tidal flux to recruit and migrate upstream of the Cimaja River through estuaries.

Keywords: Amphidromous, juvenile, migration, post-flexion larva, tidal flux

Pendahuluan

Ikan amfidromus merupakan satu di antara beberapa kelompok ikan diadromus yang pada perjalanan hidupnya menempati dua tipe habitat dengan tingkat salinitas berbeda, yakni laut dan perairan tawar (McDowall 2010). Istilah amfidromus pertama kali diperkenalkan oleh Myers (1949), yang berasal dari bahasa latin dengan dua asal kata, yakni *amphi* yang berarti dua dan *dramein* yang berarti pergerakan.

Ikan amfidromus sendiri dibagi ke dalam dua kelompok, yakni amfidromus air laut dan amfidromus air tawar. Amfidromus air laut merujuk pada kelompok ikan yang menghabiskan sebagian besar waktu hidupnya di perairan laut. Umumnya pada stadia larva dan yuwana kelompok ini singgah ke perairan estuari hingga wilayah sungai untuk mencari makan (Aungspurger *et al.* 2017). Adapun ikan amfidromus air tawar lebih banyak menghabiskan waktu hidupnya di perairan tawar. Ikan amfidromus air tawar melakukan pembuatan sarang dan pemijahan di perairan tawar. Telur umumnya diletakan pada substrat bebatuan dalam aliran sungai yang cukup deras (Teichert *et al.* 2013). Larva yang baru ditetaskan bersifat *rheoplanktonik* atau terhanyutkan oleh arus sungai ke wilayah laut. Larva akan melakukan pemangsaan pertama kali (*first exogenous feeding*) di perairan laut dengan meng-

konsumsi organisme planktonik yang melayang di kolom perairan laut (McDowall 2007 dan 2009). Larva akan tumbuh dan berkembang hingga stadia post-flexion sampai organ dan kemampuan renang telah cukup baik untuk selanjutnya melakukan rekrutmen kembali ke perairan tawar melalui wilayah estuari atau muara sungai (Keith *et al.* 2008).

Anak ikan amfidromus air tawar memanfaatkan perairan estuari sebagai wilayah transisi pada saat melakukan proses rekrutmen (Keith *et al.* 2008 dan Iida *et al.* 2008). Penyesuaian atau adaptasi fisiologis dari anak ikan amfidromus terhadap tingkat salinitas yang lebih rendah juga terjadi pada wilayah estuari. Fakta ilmiah ini menjadikan perairan estuari sebagai wilayah kajian yang baik dalam mempelajari pola rekrutmen ikan-ikan amfidromus air tawar (Pasingi *et al.* 2020a).

Estuari Cimaja merupakan satu di antara beberapa estuari terbesar yang terdapat di Teluk Palabuhanratu. Estuari Cimaja juga telah dikenal sebagai salah satu lokasi penangkapan larva dan yuwana ikan yang disebut dengan nama daerah *Impun*. *Impun* yang ditemukan di estuari Cimaja sebagian besar terdiri atas anak ikan amfidromus dari kelompok Gobiidae (Faqihuddin *et al.* 2018).

Sampai saat ini belum ada penelitian yang mengungkap pola rekrutmen dari anak ikan amfidromus di perairan selatan Jawa. Adapun penelitian yang mengungkapkan

pola perekrutan anak ikan amfidromus air tawar di Indonesia baru mulai dilakukan di perairan Teluk Gorontalo, Sulawesi Utara, Sulawesi Tengah, hingga Sulawesi Barat (Olii *et al.* 2017, Pasingi dan Abdullah 2018, Nurjirana *et al.* 2019, Pangemanan 2020). Penelitian ini bertujuan untuk mengungkapkan pola rekrutmen ikan amfidromus air tawar secara temporal ke perairan estuari Sungai Cimaja, Teluk Palabuhanratu.

Bahan dan metode

Waktu dan tempat penelitian

Pengambilan contoh ikan amfidromus dilakukan setiap bulan pada tanggal 25 Hijriah atau awal bulan baru dari Desember 2020 sampai Agustus 2021. Penetapan waktu pengambilan contoh ini dilakukan untuk mengungkap rentang waktu rekrutmen ikan amfidromus secara musiman yakni mewakili musim penghujan, peralihan, dan kemarau. Adapun pengambilan contoh dalam kurun waktu satu hari penuh dengan interval 4 jam dilakukan pada bulan waktu pasang tertinggi di bulan Juni 2021. Pengambilan contoh satu hari penuh ini dilakukan untuk mengetahui periode ikan amfidromus rekrut ke perairan tawar. Dua stasiun pengambilan contoh ditetapkan untuk mewakili estuari dan sungai yakni mulut sungai dan di dalam Sungai Cimaja (Gambar 1).

Pengumpulan contoh ikan amfidromus

Pengumpulan contoh anak ikan amfidromus dilakukan dengan bantuan sirib segi empat. Alat tangkap ini umum digunakan

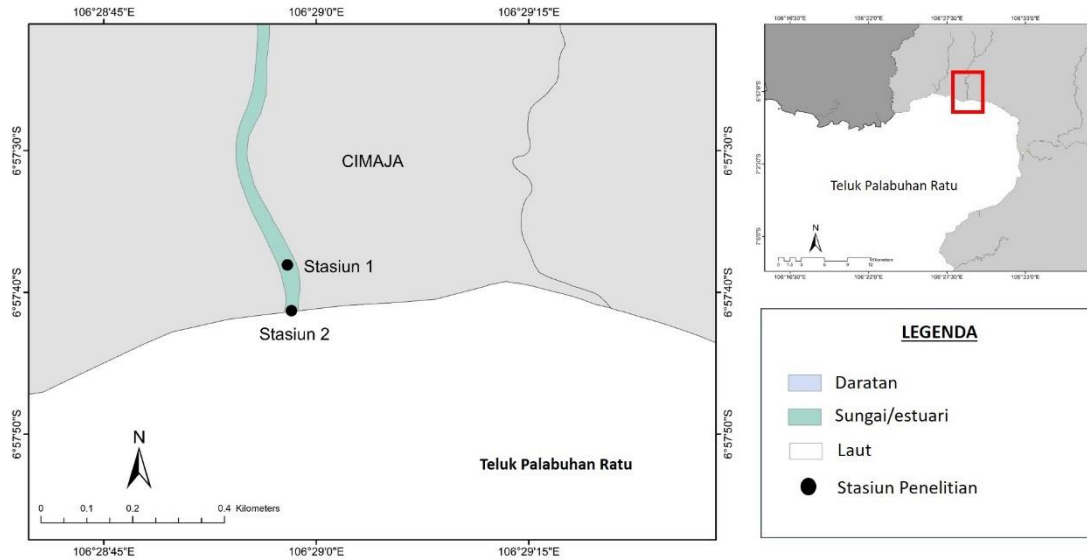
oleh masyarakat pesisir Sukabumi dalam melakukan penangkapan berbagai larva dan yuwana ikan (Imron *et al.* 2018). Sirib merupakan kelompok jaring angkat (*lift net*) yang terdiri atas empat bilah bambu yang dihubungkan pada selembur jaring halus/waring dengan *mesh size* 0,2 mm (Gambar 2). Sirip dioperasikan secara konsisten dengan teknik yang sama selama 1.5 jam untuk masing-masing lokasi sampling.

Pengukuran parameter fisik-kimiawi perairan

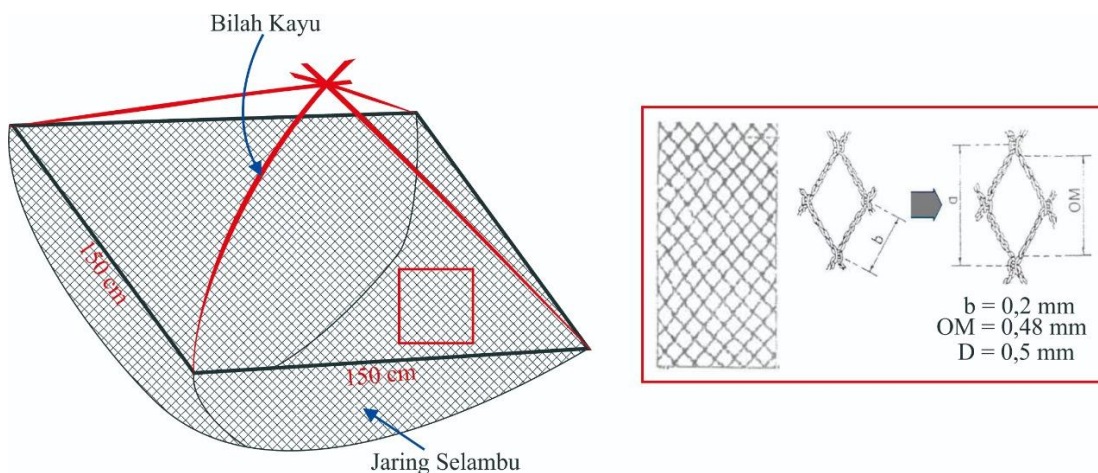
Data parameter fisik-kimiawi perairan juga diukur secara *in situ* sesaat sebelum sampling contoh ikan dilakukan. Parameter fisik meliputi suhu dan kekeruhan, sedangkan parameter kimiawi yang diukur adalah salinitas, pH, dan oksigen terlarut. Selain itu, data sekunder berupa tinggi pasang air laut juga diperoleh dari Badan Informasi Geospasial yang dapat diakses secara daring melalui laman <https://tide.big.go.id>.

Pengawetan contoh dan identifikasi anak ikan amfidromus

Anak ikan amfidromus yang berhasil dikumpulkan kemudian diawetkan dalam larutan formalin 10% selama 3 jam perendaman. Setelahnya, sampel ikan amfidromus dibilas dengan air mengalir dan diawetkan dengan etanol 80% (Simanjuntak *et al.* 2020). Proses pengawetan ini dilakukan untuk mempertahankan struktur pola perwarnanaan (*melanophore*) larva dan yuwana ikan yang merupakan salah satu kunci identifikasi larva



Gambar 1 Peta lokasi penelitian



Gambar 2 Konstruksi sirib segi empat (*lift net*)

dan yuwana ikan secara morfologis (Schnell *et al.* 2016; Ito *et al.* 2018).

Proses identifikasi larva dan yuwana ikan amfidromus dilakukan di Laboratorium Biologi Makro, Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, FPIK, IPB. Identifikasi jenis larva dan yuwana ikan amfidromus dengan pendekatan morfologis sampai kepada takson terendah yang memungkinkan dilakukan dengan mengacu kepada

beberapa literatur seperti Leis dan Carson (2000), Hiroshi *et al.* (2004), Miller & Kendall (2009), dan Okiyama (2014). Penentuan stadia perkembangan (*developmental stage*) larva dan yuwana ikan amfidromus dilakukan berdasarkan Kendal *et al.* (1984). Panjang tubuh (*body length*, mm) larva dan yuwana yang terkoleksi diukur untuk mengetahui selang ukuran panjang

ikan amfidromus yang rekrut ke perairan estuari Sungai Cimaja.

Kelimpahan dan komposisi anak ikan amfidromus

Kelimpahan larva dan yuwana ikan amphidromous yang rekrut ke estuari Sungai Cimaja dihitung dengan pendekatan hasil tangkapan per satuan upaya tangkap (*catch per unit effort*/CPUE). CPUE dihitung dengan rumus yang mengacu pada Gulland (1983).

$$\left[\text{CPUE} = \frac{C}{f} \right]$$

Keterangan:

C: hasil tangkapan (individu)

f: durasi pengambilan contoh (jam)

Data kelimpahan untuk setiap stadia pada masing-masing jenis dilanjutkan untuk analisa komposisi stadia. Komposisi stadia dihitung dengan rumus yang mengacu pada Krebs (2014):

$$\left[\text{Komposisi stadia (\%)} = \frac{n_i}{N} \times 100\% \right]$$

Keterangan:

n_i : jumlah ikan amfidromus pada stadia ke- i

N: jumlah total ikan amfidromus

Keterkaitan rekrutmen ikan amfidromus dengan parameter lingkungan perairan

Proses rekrutmen ikan amfidromus dipengaruhi oleh kondisi fisik-kimawi perairan. Hubungan antara kelimpahan anak ikan amfidromus yang melakukan rekrutmen ke wilayah perairan estuari Cimaja dengan kondisi lingkungan perairan dianalisis dengan menggunakan *Canonical Corres-*

pondence Analysis (CCA) yang dilakukan dengan bantuan perangkat lunak PAST versi 4.06 untuk windows (Simanjuntak 2012).

Hasil

Parameter fisik-kimiawi perairan di estuari Cimaja

Parameter fisik-kimiawi perairan disajikan dalam bentuk rentang nilai yang berasal dari dua stasiun pengambilan contoh. Suhu perairan estuari Cimaja berkisar antara 29-31°C. Suhu cenderung lebih rendah pada musim penghujan di bulan Januari-Maret 2021. Kekeruhan berada pada kisaran 11,21-58,17 NTU dan tinggi pasang pada kisaran 0,01-0,47 meter. Nilai salinitas berada pada kisaran 4-29 psu. Nilai salinitas bergantung pada tinggi air pasang. Salinitas lebih tinggi pada kisaran pasang yang lebih tinggi. Perairan estuari Cimaja teroksigenasi dengan baik dengan kisaran nilai oksigen terlarut sebesar 5,7-6,7 mg/l. Adapun nilai derajat keasaman (pH) berada pada kisaran 7,34-7,89 (Tabel 1). Pengamatan selama 1 hari penuh menunjukkan bahwa tipe pasang surut di perairan estuari Sungai Cimaja adalah semi diurnal. Pasang tertinggi berada pada pukul 03:00 dan 15:00, sedangkan surut terendah berada pada pukul 07:00 dan 23:00 (Tabel 2). *Keragaman anak ikan amfidromus di estuari Cimaja*

Identifikasi melalui pendekatan morfologis berhasil mengungkap setidaknya terdapat 13 spesies ikan amfidromus yang berasal dari 5 genera dan 2 famili. Famili ikan Gobii-*dae* diwakili oleh *Awaous* sp., *Schismato-*

Tabel 1 Parameter fisik-kimiawi perairan di estuari Sungai Cimaja pada Desember 2020-Agustus 2021

Bulan	Parameter fisik			Parameter kimiawi		
	Suhu (°C)	Kekeruhan (ntu)	Tinggi pasang (m)	Salinitas (psu)	Oksigen terlarut (mg/l)	pH
Desember	30-31	21,28-58,17	0,01-0,17	4-15	6,4-6,7	7,68-7,89
Januari	29-30	22,19-47,28	0,47-0,61	13-29	5,8-6,2	7,68-7,83
Februari	29-30	17,34-33,27	0,37-0,48	11-24	6,1-6,3	7,37-7,87
Maret	29-30	19,13-37,18	0,33-0,42	6-23	6,0-6,4	7,49-7,78
April	29-31	16,77-27,81	0,26-0,31	5-18	5,7-5,9	7,34-7,83
Mei	29-31	19,14-36,18	0,11-0,18	5-13	5,8-6,2	7,41-7,74
Juni	30-31	11,21-37,14	0,38-0,57	8-26	6,4-6,6	7,76-7,88
Juli	30-31	16,83-26,57	0,16-0,27	7-17	5,9-6,4	7,55-7,84
Agustus	30-31	13,44-21,48	0,08-0,13	5-11	5,7-6,5	7,55-7,75

Tabel 2 Parameter fisik-kimiawi perairan di estuari Cimaja pada satu hari pengamatan pada bulan Juni 2021

Waktu	Parameter fisik			Parameter kimiawi		
	Suhu (°C)	Kekeruhan (ntu)	Tinggi pasang (m)	Salinitas (psu)	Oksigen terlarut (mg/l)	pH
03:00	28-29	6,74-13,28	0,43-0,52	6-25	6,1-6,2	7,68-7,77
07:00	28-29	10,26-28,55	(-) 0,04-0,11	3-19	6,5-6,7	7,71-7,82
11:00	30-31	13,14-31,24	0,18-0,23	6-22	6,4-6,6	7,76-7,88
15:00	30-31	11,21-37,14	0,38-0,57	8-26	6,3-6,7	7,64-7,73
19:00	29-30	9,44-21,27	(-) 0,09-0,14	0-15	6,0-6,1	7,58-7,71
23:00	28-29	7,82-19,13	(-) 0,27-0,36	0-13	5,4-5,8	7,79-7,84

Keterangan: (-) kondisi surut bernilai negatif

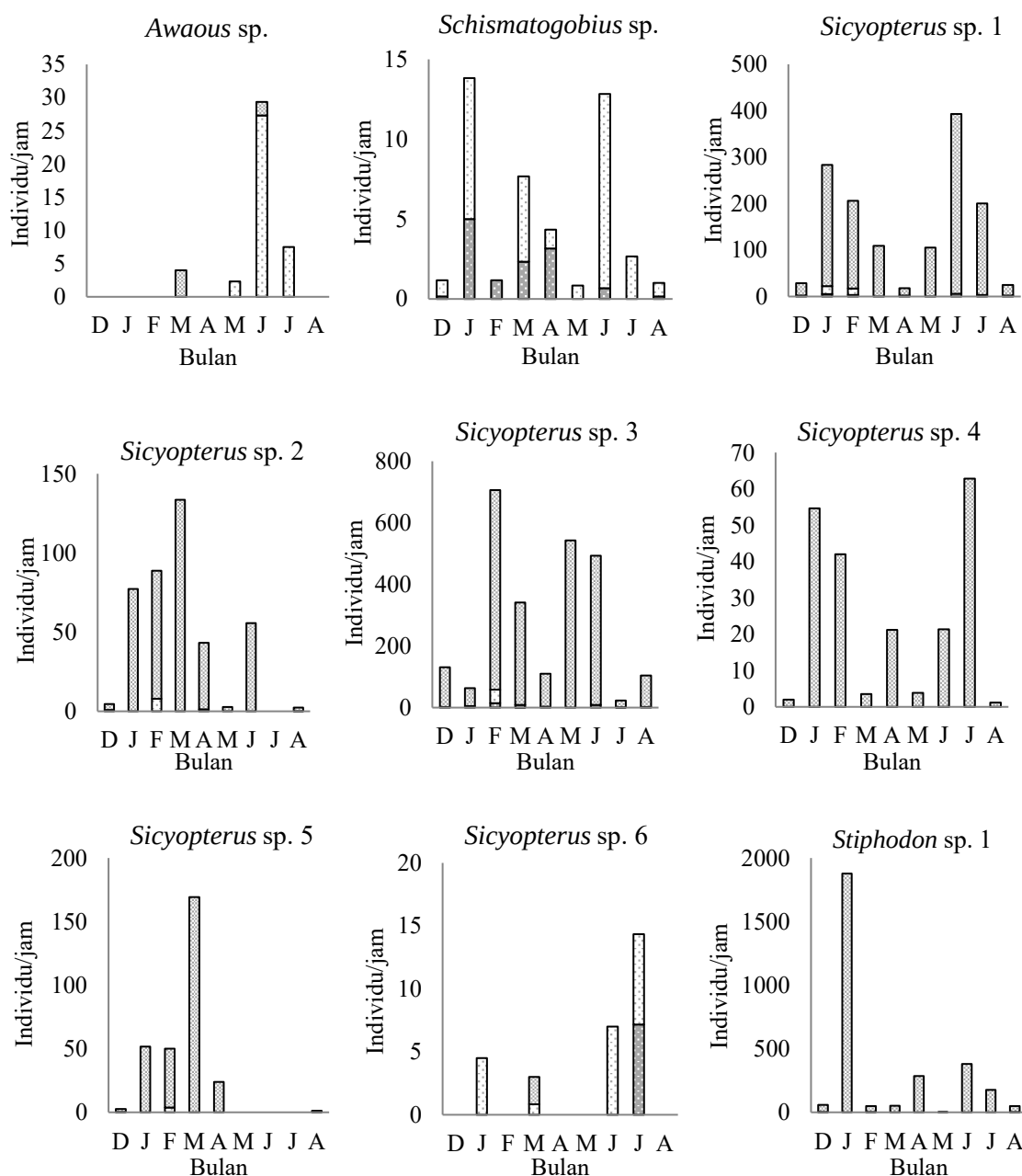
Tabel 3 Ikan yang ditemukan di estuari Sungai Cimaja

Famili	Genera	Spesies
Gobiidae	<i>Awaous</i>	<i>Awaous</i> sp.
	<i>Schismatogobius</i>	<i>Schismatogobius</i> sp.
		<i>Sicyopterus</i> sp. 1, <i>Sicyopterus</i> sp. 2, <i>Sicyopterus</i> sp. 3,
		<i>Sicyopterus</i> sp. 3, <i>Sicyopterus</i> sp. 4, <i>Sicyopterus</i> sp. 5,
	<i>Sicyopterus</i>	<i>Sicyopterus</i> sp. 6
	<i>Stiphodon</i>	<i>Stiphodon</i> sp. 1, <i>Stiphodon</i> sp. 2
Eleotridae	<i>Eleotris</i>	<i>Eleotris</i> sp. 1, <i>Eleotris</i> sp. 2, <i>Eleotris</i> sp. 3

gobius sp., *Sicyopterus* spp., dan *Stiphodon* spp.; sedangkan famili Eleotridae diwakili oleh *Eleotris* spp. (Tabel 3). Genus *Sicyopterus* memiliki keragaman spesies yang tinggi dibandingkan ikan amfidromus lainnya.

Kelimpahan dan komposisi anak ikan amfidromus di estuari Cimaja

Hasil pengamatan dari delapan bulan pengambilan contoh menunjukkan bahwa rekrutmen tertinggi dari ikan amfidromus terjadi pada awal puncak musim penghujan pada bulan Januari hingga awal musim kemarau pada bulan Juli 2021 (Gambar 3). Ikan-ikan amfidromus yang ditemukan

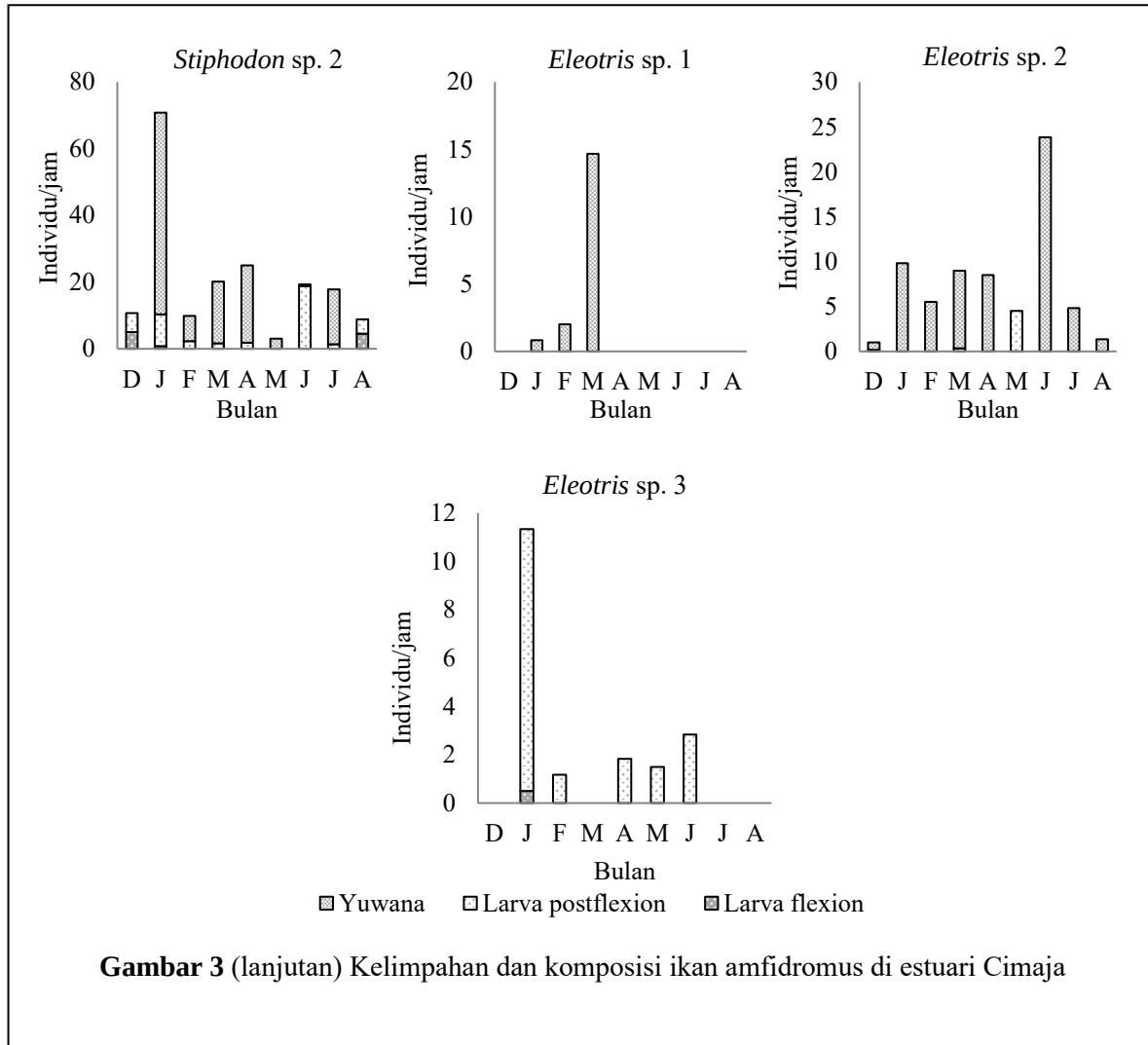


Gambar 3 Kelimpahan dan komposisi ikan amfidromus di estuari Cimaja

umumnya melakukan rekrutmen pada stadia yuwana. Namun demikian terdapat beberapa spesies seperti *Sicyopterus* sp. 6, *Schismatogobius* sp., *Awaous* sp., dan *Eleotris* sp. 3 yang rekrut pada pada stadia postflexion.

Pola rekrutmen ikan amfidromus di estuari Cimaja

Pengamatan selama 9 bulan penelitian menunjukkan pola rekrutmen dari anak ikan amfidromus yang berada pada kisaran ukuran panjang tubuh, komposisi stadia, dan waktu rekrutmen yang berbeda-beda untuk setiap



Gambar 3 (lanjutan) Kelimpahan dan komposisi ikan amfidromus di estuari Cimaja

jenisnya. Secara keseluruhan, ikan amfidromus umumnya melakukan rekrutmen pada stadia yuwana dengan kisaran ukuran panjang 11.9-21.8 mm. Namun demikian, beberapa spesies seperti *Sicyopterus* sp.6, *Schimatogobius* sp., *Awaous* sp., dan *Eleotris* sp.3 lebih dominan ditemukan telah melakukan proses rekrutmen pada stadia postflexion (Tabel 4).

Pada pengamatan satu hari penuh ditemukan bahwa pola rekrutmen dari anak ikan amfidromus berbeda-beda berdasarkan spesiesnya (Gambar 4). Namun, secara umum puncak rekrutmen dalam satu hari terjadi

sebanyak dua kali yakni pada pukul 03:00 WIB dan 15:00 WIB yakni pada saat terjadinya pasang tertinggi. Kelimpahan terbesar larva dan yuwana yang rekrut ke estuari Sungai Cimaja ditemukan pada waktu pasang tertinggi, yakni berkisar antara 1919-2064 individu/jam (pukul 15:00) dan 2096-2145 individu/jam (pukul 03:00) (Gambar 5).

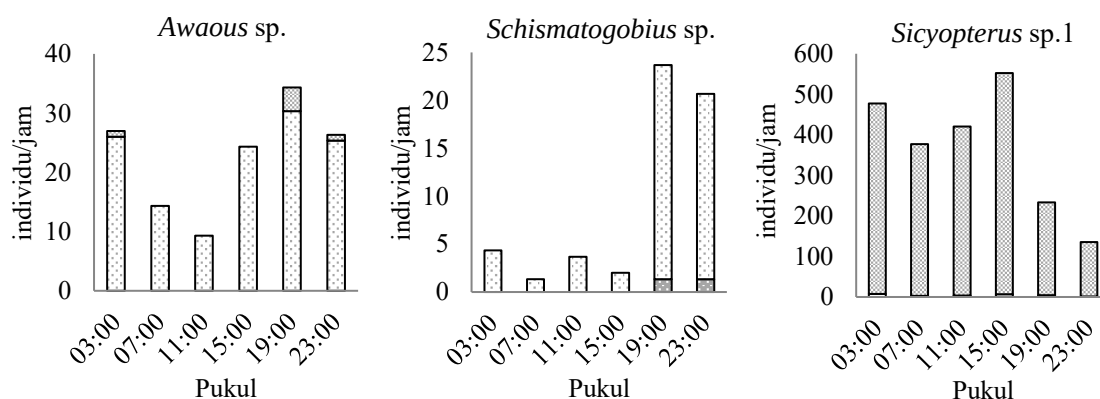
Keterkaitan parameter fisik-kimiawi perairan terhadap proses rekrutmen ikan amfidromus di perairan estuari Cimaja

Analisis korespondensi kanonik menggarisbawahi adanya pengaruh dari beberapa

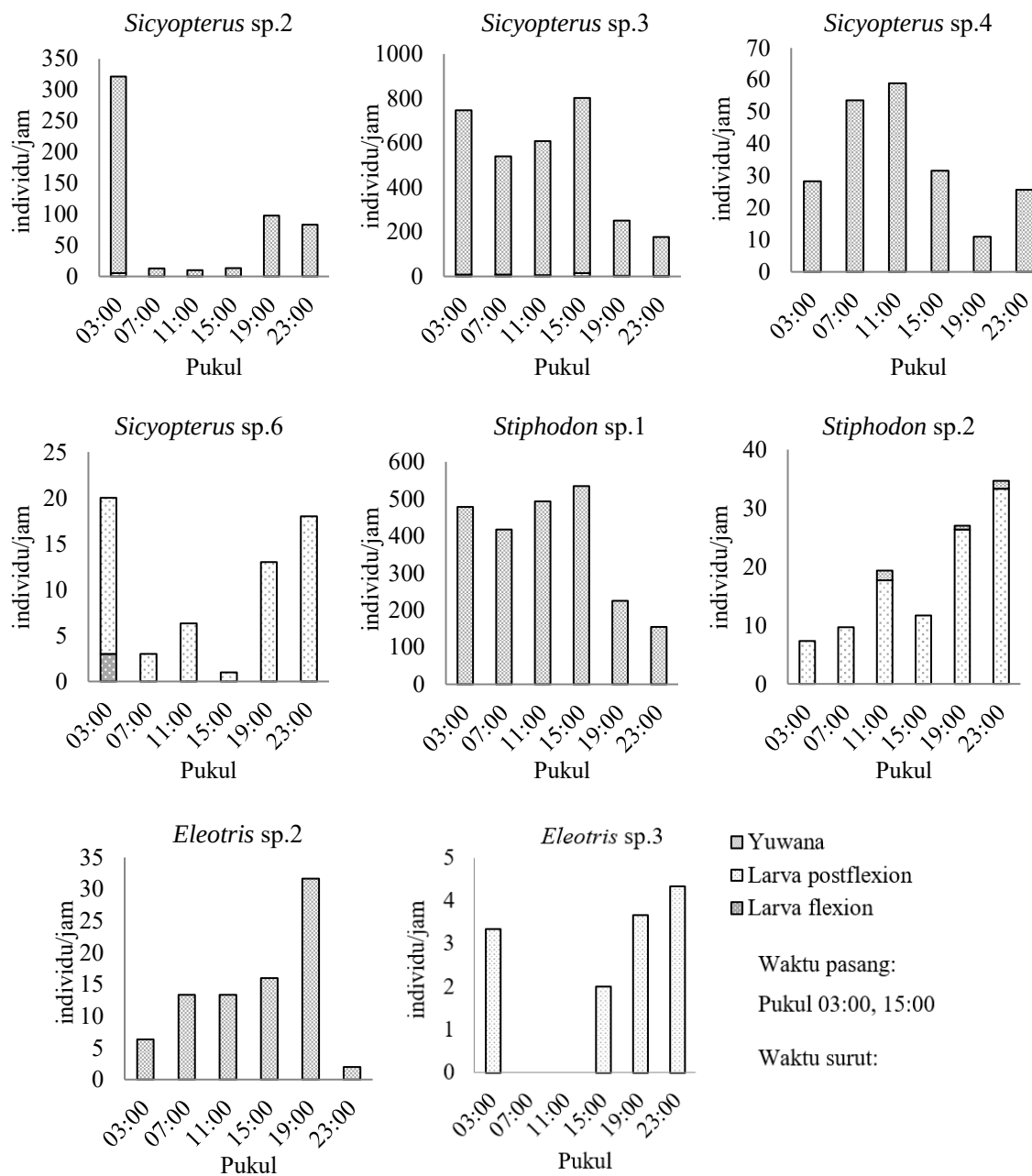
Tabel 4 Pola rekrutmen bulanan ikan amfidromus di estuari Cimaja pada pengamatan bulan Desember 2020-Agustus 2021

No.	Spesies	Panjang tubuh (mm)	Komposisi stadia rekrut	Bulan rekrut
1	<i>Awaous</i> sp.	6.9-14.8	D: 86%, E: 14%	3, 5, 6, 7
2	<i>Schismatogobius</i> sp.	6.9-10.8	D: 100%, E: 0%	12, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
3	<i>Sicyopterus</i> sp.1	11.9-16.8	D: 3%, E: 97%	12, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
4	<i>Sicyopterus</i> sp.2	9.9-15.8	D: 2%, E: 98%	12, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8
5	<i>Sicyopterus</i> sp.3	9.9-16.8	D: 3%, E: 97%	12, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
6	<i>Sicyopterus</i> sp.4	12.9-21.8	D: 0%, E: 100%	12, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
7	<i>Sicyopterus</i> sp.5	10.9-16.8	D: 2%, E: 98%	12, 1, 2, 3, 4
8	<i>Sicyopterus</i> sp.6	6.9-12.8	D: 90%, E: 10%	1, 3, 6, 7
9	<i>Stiphodon</i> sp.1	9.9-16.8	D: 0%, E: 100%	12, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
10	<i>Stiphodon</i> sp.2	6.9-14.8	D: 26%, E: 74%	12, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
11	<i>Eleotris</i> sp.1	11.9-15.8	D: 0%, E: 100%	1, 2, 3
12	<i>Eleotris</i> sp.2	10.9-15.8	D: 1%, E: 99%	12, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
13	<i>Eleotris</i> sp.3	6.9-10.8	D: 100%, E: 0%	1, 2, 4, 5, 6

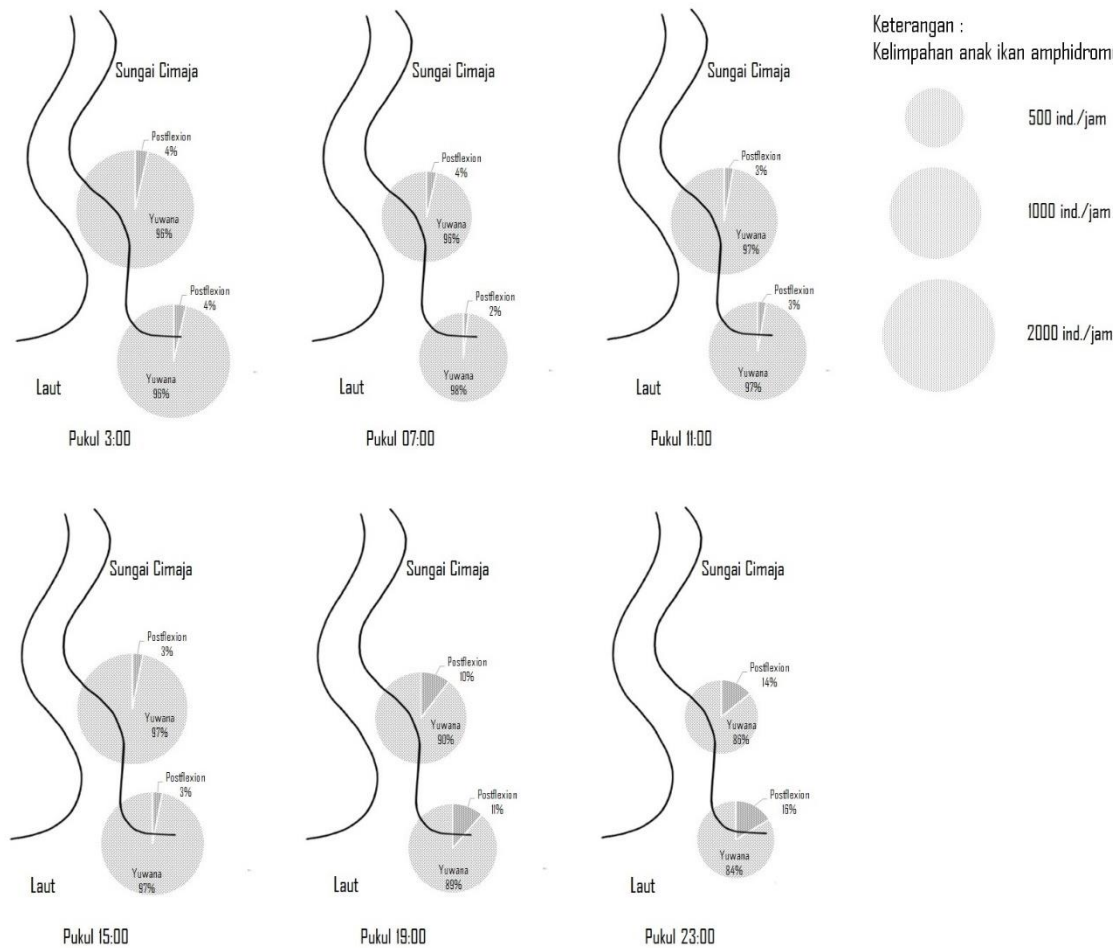
Keterangan: D: larva postflexion dan E: yuwana; Angka pada kolom bulan rekrut menunjukkan bulan dalam kalender masehi

**Gambar 4** Pola rekrutmen ikan amfidromus selama satu hari pengamatan pada bulan Juni 2020

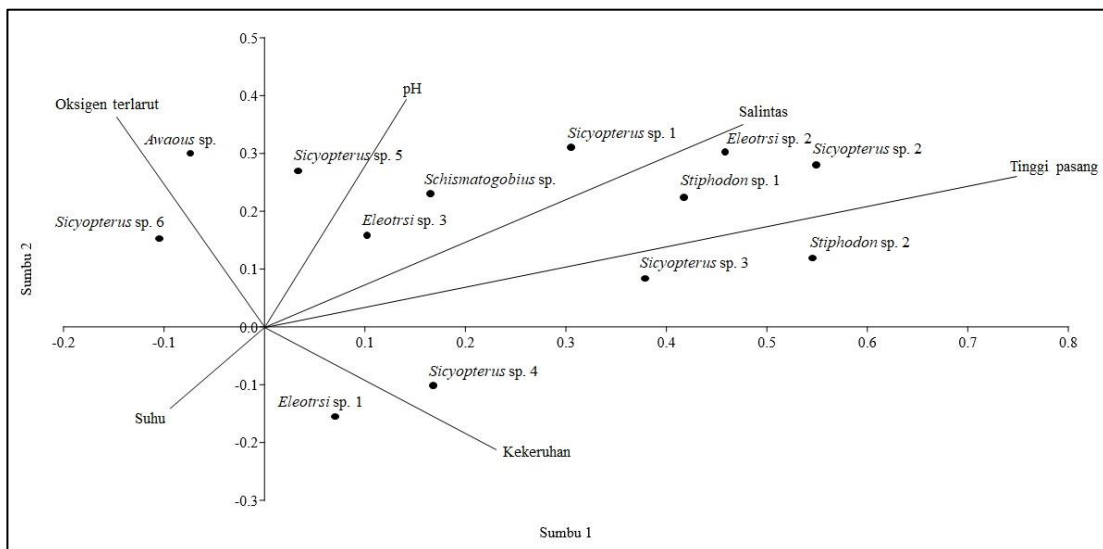
parameter fisik-kimiawi perairan terhadap proses rekrutmen dari setiap jenis anak ikan amfidromus. Secara keseluruhan, tinggi pasang air laut diketahui sebagai parameter yang paling berpengaruh terhadap proses rekrutmen dari kebanyakan anak ikan amfidromus ke wilayah perairan estuari Cimaja (Gambar 6).



Gambar 4 (Lanjutan) Pola rekrutmen ikan amfidromus selama satu hari pengamatan pada bulan Juni 2020



Gambar 5 Pola perekrutan total ikan amfidromus pada pengamatan 1 hari penuh di bulan Juni 2020



Gambar 6 Keterkaitan parameter fisik-kimiawi perairan terhadap proses rekrutmen setiap jenis anak ikan amfidromus di perairan estuari Cimaja

Pembahasan

Tabel 1 dan 2 menunjukkan kisaran hasil pengukuran parameter fisik-kimiawi perairan di estuari Cimaja pada pengamatan 9 bulan dari Desember 2020 hingga Agustus 2021, serta pengamatan 1 hari penuh di bulan Juni. Perairan estuari Cimaja teroksigenasi dengan baik pada kisaran 5,7-6,7 mg/l oksigen terlarut. Perairan pesisir Sukabumi, khususnya di estuari Cimaja memiliki substrat dasar bebatuan dengan kontur pantai yang curam. Kondisi ini menyebabkan turbulensi air yang cukup tinggi sehingga proses oksigenasi berjalan dengan baik (Setyawan dan Pamungkas 2017).

Fathurahman *et al.* (2021), mengungkapkan bahwa perairan pesisir Sukabumi memiliki pola pasang surut semi-diurnal. Hal ini dibuktikan dengan pengamatan selama satu hari penuh di bulan Juni. Pasang tertinggi air laut terdapat pada pukul 03:00 dan 15:00. Kondisi pasang juga diketahui turut memengaruhi nilai salinitas dan pH. Kedua parameter ini cenderung memiliki nilai yang lebih tinggi pada kondisi pasang yang tinggi. Pasang membawa sebagian masa air laut ke wilayah estuari. Hal inilah yang menjadikan nilai salinitas meningkat (Oto 2020). Pada kondisi kadar garam yang tinggi dalam perairan, umumnya nilai pH akan meningkat (Proum *et al.* 2017).

Perairan estuari Cimaja masih berada pada kisaran tingkat kekeruhan yang rendah, yakni antara 11,21-58,17 NTU. Beberapa penelitian sebelumnya mengungkapkan bahwa ikan-ikan amfidromus lebih menyukai

perairan yang jernih dan berarus deras. Pada kondisi tersebut, kelimpahan makanan bagi ikan-ikan amfidromus berupa fitobentik cenderung lebih tinggi (Watanabe *et al.* 2013). Adapun suhu perairan cenderung berada pada kisaran 29-31°C. Suhu cenderung lebih rendah pada musim penghujan di bulan Januari-Maret 2021. Pada musim penghujan, umumnya tingkat kelembaban udara meningkat dan suhu menurun. Suhu dan kelembaban udara yang menurun di musim penghujan akan mengakibatkan penurunan suhu pada perairan (Vroom *et al.* 2017).

Ikan amfidromus yang rekrut ke estuari Sungai Cimaja beragam dengan ditemukannya 13 spesies dari 2 famili, yakni Gobiidae dan Eleotridae (Tabel 3). Hasil ini menunjukkan tingkat iktiodiversitas ikan amfidromus di Sungai Cimaja lebih tinggi jika dibandingkan dengan beberapa penelitian di wilayah lain di Indonesia (Tabel 5). Tingginya keanekaragaman ikan-ikan amfidromus yang melakukan rekrutmen mengindikasikan bahwa kondisi habitat perairan estuari Cimaja yang masih baik dan layak untuk mendukung keberhasilan rekrutmen ikan amfidromus.

Ikan-ikan amfidromus yang berhasil teridentifikasi, diketahui memiliki pola perekrutan yang berbeda di setiap bulannya. Secara keseluruhan, puncak rekrutmen dari anak ikan amfidromus umumnya berada pada awal puncak musim penghujan di bulan Januari hingga permulaan musim kemarau di bulan Juli. Murase *et al.* (2020) juga melakukan penelitian terkait kelimpahan ikan

Tabel 5 Diversitas ikan amfidromus di beberapa wilayah perairan Indonesia

No.	Lokasi penelitian	Diversitas	Sumber
1	Estuari Sukabumi, Teluk Palabuhan Ratu, Sukabumi	13 spesies 5 genera 2 famili	Penelitian ini
2	Estuari Gorontalo, Teluk Gorontalo, Gorontalo	8 spesies 5 genera 2 famili	Olii <i>et al.</i> (2017 dan 2019), Pasingi <i>et al.</i> (2020a), dan Pasingi <i>et al.</i> (2020b)
3	Estuari Leppangan, Sulawesi Barat	9 spesies 6 genera 2 famili	Nurjirana <i>et al.</i> (2019)
4	Tondano, Kabupaten Minahasa Sulawesi Utara	8 spesies 4 genera 2 famili	Pangemanan <i>et al.</i> (2020)
5	Estuari Poigar, Kab. Bolaang Mangondo	5 spesies 4 genera 1 famili	Pangemanan <i>et al.</i> (2020)
6	Luwuk Banggai, Sulawesi Tengah	10 spesies 7 genera 2 famili	Gani <i>et al.</i> (2019)
7	Estuari Maro, Merauke	7 spesies 4 genera 1 famili	Maturbongs <i>et al.</i> (2017)
8	Teluk Pabean, Indramayu	9 spesies 4 genera 1 famili	Khoncara <i>et al.</i> (2018)

amfidromus dari jenis *Plecoglossus altivelis altivelis* dan menemukan bahwa kelimpahan tertinggi di wilayah estuari terjadi pada musim penghujan di bulan Desember dan Januari. Hal ini diduga berkaitan dengan waktu mereka melakukan pemijahan di awal turunnya hujan (musim peralihan) ketika suhu air berangsur-angsur menurun.

Ikan amfidromus yang rekrut ke estuari Sungai Cimaja berada pada stadia dan ukuran yang beragam. Sebagian besar ikan amfidromus yang rekrut berada pada stadia yuwana dengan kisaran ukuran panjang 11.9-21.8 mm, namun beberapa spesies mulai

rekrut dan melakukan proses *settlement* (menempati habitat dasar) di estuari Cimaja pada stadia larva postflexion (6,9-11,9 mm). Perkembangan organ tubuh khususnya sirip ventral yang termodifikasi menjadi cakram penempel pada stadia postflexion merupakan strategi adaptasi untuk tetap berada di dasar perairan Sungai Cimaja yang berarus dan proses rekrutmen ke arah hulu (*upstream migration*) dapat berhasil (Keith *et al.* 2008).

Yamasaki *et al.* (2007) menemukan bahwa ikan amfidromus gobi dari spesies *Stiphodon percnopterygionus* melakukan rekrutmen ke wilayah aliran sungai melalui

estuari di Pulau Okinawa, Jepang pada fase yuwana dengan ukuran 13,5-14,2 mm PT. Adapun proses pengunian (*settlement*) telah terjadi sejak larva postflexion pada ukuran 12,7-13,6 mm. Spesies lain dari jenis *Sicyopterus japonicus* dilaporkan melakukan proses rekrutmen ke wilayah estuari Otta, Wakayama, Jepang pada ukuran 23,5-30 mm (Iida *et al.* 2008). Penelitian lain di Teluk Gorontalo terhadap ikan *nike* (*Awaous* spp.) menunjukkan sebaran ukuran panjang antara 16.3-30.1 mm (Zakaria 2018). Adanya perbedaan dari ukuran panjang tubuh pada saat melakukan proses rekrutmen ke perairan estuari dapat disebabkan oleh perbedaan laju pertumbuhan dan perkembangan ontogenetic yang memengaruhi kesiapan ikan untuk berenang melawan arus sungai (Teichert *et al.* 2014; Simanjuntak 2016).

Pola rekrutmen ikan amfidromus pada pengamatan selama satu hari penuh di bulan Juni menunjukkan tingkat rekrutmen optimum terjadi di dua waktu yang berbeda yakni pukul 03:00 dan 15:00 (Gambar 5). Pola rekrutmen ini juga diketahui sejalan dengan kondisi pasang air laut tertinggi di lokasi studi. *Canonical Correspondensi Analysis* (CCA) mempertegas bahwa momentum pasang air laut merupakan parameter lingkungan perairan yang paling berpengaruh terhadap proses rekrutmen sebagian besar ikan amfidromus di estuari Cimaja. Seperti halnya pada anak ikan katadromus (*glass eel*), ikan amfidromus juga memanfaatkan energi potensial dari pasang air laut untuk bergerak masuk ke wilayah perairan tawar

melalui muara-muara sungai (Maeda dan Tachihara 2005).

Simpulan

Estuari Sungai Cimaja merupakan salah satu estuari Teluk Palabuhanratu yang menyediakan habitat esensial bagi anak ikan amfidromus dari kelompok Gobiidae dan Eleotridae. Larva dan yuwana ikan amfidromus rekrut ke estuari Sungai Cimaja pada setiap musim, baik musim penghujan, peralihan dan kemarau. Kelimpahan tertinggi larva dan yuwana yang rekrut ditemukan pada musim penghujan. Ikan amphidromous yang melakukan proses penghunian (*settlement*) dan rekrutmen ke estuari Sungai Cimaja adalah yuwana dan postflexion. Ikan amphidromous memanfaatkan energi potensial gelombang pasang untuk rekrut dan beruara ke arah hulu Sungai Cimaja melewati daerah estuari.

Persantunan

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) IPB yang telah mendanai penelitian ini melalui skema “Hibah Riset Dosen Muda 2021” LPPM IPB kepada Dr. Charles P. H. Simanjuntak dengan nomor kontrak 5505/IT3.L1/PT.01.03/M/T/2021.

Daftar pustaka

Augspurger JM, Warburton M, Closs GP. 2017. Life-history plasticity in amphidromous and catadromous fishes: a continuum of strategies. *Review Fish*

- Biology Fisheries*. 16: 1-13. DOI: 10.1007/s11160-016-9463-9.
- Faqihuddin M, Supriatna S, Pin TG. 2018. The distribution of fish larvae based on salinity values at coastal Sukabumi, West Java, Indonesia. *AIP Conf. Proc.* 2023. 020187. DOI: 10.1063/1.5064184.
- Fathurahman MA, Handoyo G, Satriadi A, Suryoputro AAD, Ismunarti DH. 2021. Studi karakteristik dan distribusi co-range pasang surut di perairan Teluk Pelabuhan Ratu Sukabumi. *Indonesian Journal of Oceanography*. 3(1): 1-11.
- Gani A, Bakri AF, Adriany TD, Nurjirana, Herjayanto M, Bungalim MI, Ndobe S, Burhanuddin AI. 2019. Identification Of Freshwater Goby Species From The Biak And Koyoan Rivers, Luwuk Banggai, Central Sulawesi. *Jurnal Ilmu Kelautan Spermonde*. 5(2): 57-60. DOI: 10.20956/jiks.v5i2.8931.
- Gulland JA. 1983. *Fish Stock Assesment: A Manual of Basic Method*. Chichester (UK): John Wiley & Sons.
- Hiroshi S, Toshiyuki S, Koichi S, Korechika Y. 2004. *A Photographic Guide to The Gobioid Fishes of Japan*. Kochi (JP): Heibonsha.
- Iida M, Watanabe S, Shinoda A, Tsukamoto K. 2008. Recruitment of the amphidromous goby *Sicyopterus japonicus* to the estuary of the Ota River, Wakayama, Japan. *Environmental Biology of Fishes*, 83(3): 331-341. DOI: 10.1007/s10641-008-9345-7.
- Imron M, Putra RR, Baskoro MS, Soeboer DA. 2018. Usaha penangkapan benih sidat menggunakan alat tangkap seser di Muara Cibuni-Tegal-Buleud, Sukabumi Jawa Barat. *Albacore*, 2(3): 295-305. DOI: 10.29244/core.2.3.295-305.
- Ito T, Simanjuntak CPH, Kinoshita I, Fujita S. 2018. Distribution of *Coilia nasus* (Engraulidae) larvae and juveniles in the Rokkaku River, Ariake Bay, Japan. *Aquaculture Science*, 66(11): 17-23. DOI: 10.11233/aquaculturesci.66.17.
- Keith P, Hoareau TB, Lord C, Yane AO, Gimonneau G, Robinet T, Valade P. 2008. Characterisation of post-larval to juvenile stages, metamorphosis and recruitment of an amphidromous goby, *Sicyopterus lagocephalus* (Pallas) (Teleostei: Gobiidae: Sicydiinae). *Marine and Freshwater Research*. 59: 876-889. DOI: 10.1071/MF08116.
- Kendall AW, Ahlstrom EH, Moser AG. 1984. Early life history stages of fishes and their characters. In Moser HG, Richards HG, Cohen WJ, Fahay DM, Kendall Jr. AW and Richardson SL (editors). *Ontogeny and Systematics of Fish*, pp. 11-22. Lawrence (US): American Society of Ichthyologists and Herpetologists, Allen Press Inc.
- Khoncara C, Sulistiono, Simanjuntak CPH, Rahardjo MF, Zahid A. 2018. Diet Composition and Feeding Strategy of Gobiid Fishes in Pabean Bay, Indramayu. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 23(2): 137-147. DOI: 10.18343/jipi.23.2.137.
- Krebs CJ. 2014. *Ecological Methodology, 3rd edition*. New York (USA): AddisonWesley Education Publishers.
- Leis JM, Carson BM. 2000. *The Larvae of Indo-Pasific Coastal Fishes*. Leiden (NLD): FaunaMalesiana Foundation.
- Maeda K, Tachihara K. 2005. Recruitment of amphidromous sleepers *Eleotris acanthopoma*, *Eleotris melanosoma*, and *Eleotris fusca* into the Teima River, Okinawa Island. *Ichthyological Research*. 52: 325-335. DOI: 10.1007/s10228-005-0289-z.
- Maturbongs MR, Elviana S, Sunarni S, Defretes D. 2017. Mudskipper (Gobiidae) diversity study on estuary of Maro river and mangrove area in Kembapi beach, Merauke. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan Pesisir dan Perikanan*. 7(2): 177-186. DOI: 10.13170/depik.7.2.9012.

- McDowall RM. 2007. On amphidromy, a distinct from a diadromy in aquatic organism. *Fish and Fisheries Research*. 8: 1-11. DOI: 10.1111/j.1467-2979.2007.00232.x.
- McDowall RM. 2009. Early hatch: a strategy for safe downstream larval transport in amphidromous gobies. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 19(1): 1-8. DOI: 10.1007/s11160-008-9085-y.
- McDowall RM. 2010. Why be amphidromous: expatrial dispersal and the place of source and sink population dynamics?. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 20(1): 87-100. DOI: 10.1007/s11160-009-9125-2.
- Miller BS, Kendall AW. 2009. *Early Life History of Marine Fishes*. London (UK): University of California Press.
- Murase A, Ishimaru T, Ogata Y, Yamasaki Y, Kawano H, Nakanishi K, Inoue K. 2020. Where is the nursery for amphidromous nekton? Abundance and size comparisons of juvenile ayu among habitats and contexts. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 241: 106831. DOI: 10.1016/j.ecss.2020.106831.
- Myers GS. 1949. Usage of anadromous, catadromous and allied terms for migratory fishes. *Copeia*. 1949(2): 89-97. DOI: 10.2307/1438482.
- Nurjirana, Burhanuddin AI, Haris A. 2019. Diversity of penja fish (amphidromous goby) in Leppangan River, West Sulawesi, Indonesia. *AACL Bioflux*. 12(1): 246-249.
- Okiyama M. 2014. *An Atlas of Early Stage Fishes in Japan*. 2nd Edition. Tokyo (JP): Tokai University Press.
- Oli AH, Sahami FM, Hamzah SN, Pasingi N. 2017. Preliminary findings on distribution pattern of larvae of nike fish (*Awaous* sp.) in the estuary of Bone River, Gorontalo Province, Indonesia. *AACL Bioflux* 10(5): 1110-1118.
- Oli AH, Sahami FM, Hamzah SN, Pasingi N. 2019. Molecular approach to identify gobioid fishes “nike” and hundala” (local name), from Gorontalo waters, Indonesia. *Online Journal of Biological Sciences*. 19(1): 51-56. DOI: 10.3844/ojbsci.2019.51.56.
- Oto Y. 2020. Preference for saine water of an amphidromous goby maintained during migration to upstream freshwater areas. *Journal of Fish Biology*. 97(1): 202-211. DOI: 10.1111/jfb.14351.
- Pangemanan NPL. 2020. Karakteristik morfologi, pola melanofor, filogenetik molekuler ikan nike di Danau Tondano, muara sungai Tondano, dan muara ungai Poigar, Provinsi Sulawesi Utara, *Disertasi*. Universitas Sam Ratulangi.
- Pasingi N, Abdullah S. 2018. Pola kemunculan ikan nike (Gobiidae) di perairan Teluk Gorontalo, Indonesia. *Depik Jurnal Ilmu-ilmu Perairan, Pesisir, dan Perikanan*. 7(2): 111-118. DOI: 10.13170/depik.7.2.11442.
- Pasingi N, Oli AH, Habibie SA. 2020a. Morphology and growth pattern of nike fish (amphidromous goby larvae) in Gorontalo Waters, Indonesia. *Tomini Journal of Aquatic Science*. 1(1): 1-7. DOI: 10.37905/tjas.v1i1.5622.
- Pasingi N, Habibie SA, Oli AH. 2020b. Are *Awaous ocellaris* and *Belobranchus belobranchus* the two species of Nike fish schools?. *Aceh Journal of Animal Science*. 5(2): 87-91. DOI: 10.13170/ajas.5.2.16713.
- Proum S, Santos J, Lim LH, Marshal DJ. 2017. Tidal and seasonal variation in carbonate chemistry, pH and salinity, for a mineral-aciditief tropical estuarine system. *Regional Studied of Marine Science*. 17: 11004.
- Setyawan WB, Pamungkas A. 2017. Perbandingan karakteristik oseanografi pesisir utara dan selatan Pulau Jawa: pasang-surut, arus, dan gelombang. *Prosiding Seminar Nasional Kelautan dan Perikanan III*. Universitas Trunojoyo Madura. 7 September 2017.

- Schnell NK, Konstantinidis P, Jhonson GD. 2016. High-proof ethanol fixation of larval and juvenile fishes for cleaning and double staining. *Copeia*. 104(3): 617-622. DOI: 10.10107.9.
- Simanjuntak CPH. 2012. Fish diversity and assemblage structure in tributaries of Sopokomil River, Dairi, North Sumatra. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 12(2): 155-172. DOI: 10.32491/jii.v12i2.121.
- Simanjuntak CPH, Noviana, Putri AK, Rahardjo MF, Djumanto, Syafei LS, Abdillah D. 2020. Species composition and abundance of small fishes in seagrass beds of the Karang Congkak Island, Kepulauan Seribu National Park, Indonesia. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 404. 012063. DOI: 10.1088/1755-1315/404/1/012063.
- Simanjuntak CPH. 2016. Early life history of an endemic *Coilia nasus* in Ariake Bay, Japan. *PhD Thesis*. Kochi Univeristy, Japan.
- Teichert N, Keith P, Valade P, Richarson M, Metzger M, Gaudin P. 2013. Breeding pattern and nest guarding in *Sicyopterus lagocephalus* a widespread amphidromous Gobiidae. *Journal of Ethology*. 31: 239-247. DOI: 10.1007/s10164-013-0372-2.
- Teichert N, Valade P, Grondin H, Trichet E, Sardenne F, Gaudin P. 2014. Pelagic larval traits of the amphidromous goby *Sicyopterus lagocephalus* display seasonal variations related to temperature in La Reunion Island. *Ecology of Freshwater Fish*. 25(2): 234-247. DOI: 10.1111/eff.12205.
- Vroom J, Wegen MV, Koller RC, Lucas LV. 2017. What determines water temperature dynamics in the San Francisco Bay-Delta System. *Water Resource Research*. 53(11): 9901-9921. DOI: 10.1002/2016WR020062.
- Watanabe S, Iida M, Lord C, Keith P, Tsukamoto K. 2013. Tropical and temperate freshwater amphidromy: a comparison between life history characteristics of Sicydiinae, ayu, sculpins and galaxiids. *Reviews of Fish Biology and Fisheries*. 24(1): 1-14. DOI: 10.1007/s11160-013-9316-8.
- Yamasaki N, Maeda K, Tachihara K. 2007. Pelagic larval duration and morphology at recruitment of *Stiphodon percnopterygionus* (Gobiidae: Sicydiinae). *The Raffles Bulletin of Zoology*. 14: 209-214.
- Zakaria Z. 2018. Analisis morfometrik schooling ikan nike di perairan laut pesisir Kota Gorontalo. *Jurnal Entropi*. 13(1): 77-80.