

p ISSN 1693-0339

e ISSN 2579-8634

Jurnal Iktiologi Indonesia

(Indonesian Journal of Ichthyology)

Volume 21 Nomor 3 Oktober 2021



Diterbitkan oleh:

Masyarakat Iktiologi Indonesia

(The Indonesian Ichthyological Society)



Jurnal Iktiologi Indonesia

p ISSN 1693-0339

e ISSN 2579-8634

Terakreditasi berdasarkan Keputusan Direktur Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi No. 10/E/KPT/2019 tentang Peringkat Akreditasi Jurnal Ilmiah Periode II Tahun 2019 tertanggal 4 April 2019

Peringkat 2, berlaku lima tahun mulai dari Volume 19, Nomor 1, tahun 2019

Volume 21 Nomor 3 Oktober 2021

Dewan Penyunting

Ketua : M. Fadjar Rahardjo

Anggota : Agus Nuryanto, Achmad Zahid, Angela Mariana Lusiastuti, Charles P.H. Simanjuntak, Djumanto, Emmanuel Manangkalangi, Endi S. Kartamihardja, Haryono, Kadarusman, Latifa Fekri, Lenny S. Syafei, Lies Emmawati Hadie, Nyoman Dati Pertamina, Sharifuddin bin Andy Omar, Teguh Peristiwady, Tuti Sumiati, Veryl Hasan

Alamat Dewan Penyunting:

Gd. Widyasatwaloka, Bidang Zoologi, Pusat Penelitian Biologi-LIPI

Jln. Raya Jakarta-Bogor Km 46, Cibinong 16911

Laman: jurnal-iktiologi.org

Laman: www.iktiologi-indonesia.org

Surel: jurnal.iktiologi@gmail.com

Jurnal Iktiologi Indonesia (JII) adalah jurnal ilmiah yang diterbitkan oleh Masyarakat Iktiologi Indonesia (MII) tiga kali setahun pada bulan Februari, Juni, dan Oktober. JII menyajikan artikel lengkap hasil penelitian yang berkenaan dengan segala aspek kehidupan ikan (Pisces) di perairan tawar, payau, dan laut. Aspek yang dicakup antara lain biologi, fisiologi, taksonomi dan sistematika, genetika, dan ekologi, serta terapannya dalam bidang penangkapan, akuakultur, pengelolaan perikanan, dan konservasi.



Oryzias woworae Parenti & Hadiaty, 2010
(Foto: Renny K Hadiaty)

Percetakan: CV. Rajawali Corporation

Prakata

Pada edisi terakhir tahun 2021 *Jurnal Iktiologi Indonesia* memublikasikan 9 artikel. Artikel pertama tentang ukuran dan luka hiu paus di Taman Nasional Teluk Cenderawasih yang ditulis oleh Jentewo *et al.*, diikuti artikel dari Jusmaldi *et al.* tentang pola pertumbuhan ikan sepat rawa di Bendungan Lampake. *Oryzias woworae* merupakan jenis ikan padi endemik di perairan tawar Pulau Muna yang sudah diperdagangkan sebagai ikan hias. Firmansyah *et al.* melaporkan tentang nisbah kelamin induk jantan ♂ : betina ♀ yang optimal bagi optimasi reproduksinya.

Akhdiana *et al.* menyampaikan hasil penelitiannya terkait perkembangan gonad dan profil plasma darah induk ikan bada betina dengan pemberian kombinasi hormon estradiol dan *spirulina* dalam pakan. Berikutnya Surianti *et al.* menyajikan pengaruh tepung dedak padi terfermentasi dalam pakan buatan terhadap sintasan dan

nisbah konversi pakan ikan nila. Dua artikel masih berkaitan dengan budidaya diuraikan oleh Andriani *et al.* tentang pengaruh perbedaan tekanan dalam fine bubbles terhadap pertumbuhan dan konversi pakan ikan patin siam, dan kualitas air pada sistem akuaponik; dan oleh Rosidah *et al.* tentang efektivitas bakteri asam laktat dalam meningkatkan daya tahan tubuh ikan mas *Cyprinus carpio* terhadap serangan bakteri *Aeromonas hydrophila*.

Dua artikel terakhir berkaitan dengan ikan yang hidup di perairan umum. Yang pertama tentang struktur populasi tiga spesies ikan pipa Famili Syngnathidae di Sungai Merowi ditulis oleh Firstantha *et al.* dan yang kedua tentang pola rekrutmen ikan amfidromus air tawar (Pisces: Gobiidae, Eleotridae) ke estuari Cimaja, Teluk Palabuhanratu ditulis oleh Simanjuntak *et al.*

Penyunting

Ukuran dan luka hiu paus, *Rhincodon typus* Smith, 1828 di Taman Nasional Teluk Cenderawasih

[Sizing and scarring of whale shark (*Rhincodon typus* Smith, 1828) in the Cenderawasih Bay National Park]

Yusup A. Jentewo¹, Roni Bawole², Tresia S. Tururaja², Mudjirahayu³, Zeth Parinding⁴, Hendrikus R. Siga, Muhammad Dailami⁵, Abdul Hamid A. Toha³✉

¹World Wildlife Fund-Indonesia region of Cenderawasih Bay
Rado, Wasior, Teluk Wondama 98362, Papua Barat, Indonesia

²Jurusan Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Papua
Jl. Gunung Salju, Amban Manokwari 98314, Papua Barat, Indonesia

³Jurusan Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Papua
Jl. Gunung Salju, Manokwari 98314, Papua Barat, Indonesia

⁴Balai Besar Taman Nasional Teluk Cenderawasih,

Jl. Drs. Essau Sesa, Sowi Gunung, Manokwari 98315, Papua Barat, Indonesia

⁵Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, Universitas Brawijaya
Jl. Veteran Malang 65145, Jawa Timur, Indonesia

Diterima: 12 Mei 2021; Disetujui: 8 Oktober 2021

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis panjang total dan kondisi luka hiu paus (*Rhincodon typus*) di Taman Nasional Teluk Cenderawasih (TNTC), Papua-Indonesia. Identifikasi foto digunakan untuk menentukan identitas individu hiu paus berdasarkan pola bintik di balik celah insang terakhir masing-masing individu. Identifikasi juga menggunakan foto berdasarkan luka hiu paus. Panjang tubuh total hiu paus diperkirakan berdasarkan panjang seorang perenang snorkel (diasumsikan 1,6 m) yang berenang bersama hiu paus. Kami mengidentifikasi 21 individu hiu paus, 14 individu diantaranya adalah hiu paus baru, sedangkan tujuh individu lainnya merupakan hiu paus yang pernah tercatat dalam database koleksi foto sebelumnya. Hiu paus berukuran panjang total 2 sampai 5 m (rata-rata 3,78 m, $\pm 0,86$, $N = 21$). Berdasarkan ukurannya, semua individu hiu paus termasuk dalam kategori yuwana. Sebanyak 52% dari hiu paus yang diidentifikasi memiliki luka, 38% tidak memiliki luka dan 10% tidak teridentifikasi. Mayoritas hiu paus memiliki bekas luka potong (12 individu) dan luka lecet (tujuh individu). Lokasi luka paling sering terjadi pada sirip ekor dan sirip punggung, masing-masing lima dan empat individu. Informasi ini berguna untuk memahami potensi ancaman dan untuk merancang program pengelolaan yang lebih baik untuk konservasi *R. typus* di TNTC.

Kata penting: luka; panjang total; Papua, *R. typus*, TNTC

Abstract

This study aims to determine the total length and scar condition of the body of whale sharks (*Rhincodon typus*) in Cenderawasih Bay National Park (TNTC), Papua-Indonesia. Photo-identification was used to identify individuals of the whale shark *R. typus* based on spot patterns behind the last gill slit of each individual. Photo-identification was also used to determine the scar of the whale shark. The total length of whale sharks were estimated based on the length of a snorkeller (assumed to be 1.6 m) swimming alongside the whale shark. We identified 21 individuals of *R. typus*. Of these 21 individuals, 14 were new sightings and seven were re-sightings that have been recorded in the previous photo collection database. *R. typus* ranged in size from 2 to 5 m total length (average 3.78 m, $\pm 0,86$, $N= 21$). Based on their size, all individuals of whale shark were categorized as juvenile. 52% of *R. typus* identified had scars and 38 % were not and 10% were unknown. The majority of whale sharks had amputation (12 individuals) and abrasion (7 individuals) scars. Scars occurred most often on the caudal fin and dorsal fin, five and four individuals respectively. This information is useful for understanding potential threats and designing better management programmes for *R. typus* conservation in TNTC.

Keywords: Papua, *R. typus*, scar, TNTC, total length

✉ Penulis korespondensi

Alamat surel: h.toha@unipa.ac.id

Pendahuluan

Taman Nasional Teluk Cenderawasih (TNTC) merupakan kawasan seluas 1.453.500 ha untuk pelestarian alam di Teluk Cenderawasih, Papua (Sadili *et al.* 2015) dan salah satu kawasan prioritas konservasi utama di Indonesia dan Papua secara khusus (Huffard *et al.* 2012a, 2012b). Taman nasional ini memiliki peran strategis termasuk untuk pengembangan ilmu pengetahuan, wahana pendidikan lingkungan, pengembangan budidaya tumbuhan dan satwa, wahana wisata, sumber plasma nutfah, dan melestarikan ekosistem (Toha *et al.* 2019). Taman nasional memiliki potensi biologi sumber daya pesisir dan laut yang besar, di antaranya karang, moluska, mamalia, jenis ikan, termasuk berbagai spesies endemik. Salah potensi sumber daya hayati yang menarik di TNTC adalah hiu paus (*R. typus*) (Stewart 2011, Suruan *et al.* 2017, Tania 2015, Toha *et al.* 2016, Toha *et al.* 2020). Taman nasional ini adalah salah satu *hotspot* penampakan hiu paus sepanjang tahun di Indonesia (Suruan *et al.* 2017, Tania 2015, Toha *et al.* 2020, Toha *et al.* 2016, Stewart 2011).

Hiu paus adalah salah satu spesies kharismatik (Cisneros-Montemayor *et al.* 2013) yang dapat berperan penting dalam struktur dan dinamika ekosistem pantai dan estuari dalam kapasitasnya sebagai planktivora dan ikan terbesar di dunia (CITES

2002). Hiu paus juga memiliki nilai ekonomi (Cisneros-Montemayor *et al.* 2013, Gallagher & Hammerschlag 2011) dengan menjadi spesies utama dalam industri pariwisata bahari (Craven 2012, Ziegler *et al.* 2012). Industri wisata hiu paus terdapat pada banyak lokasi di dunia (Penketh *et al.* 2021), juga di berbagai wilayah perairan Indonesia (Djunaidi *et al.* 2020) termasuk di TNTC (Balai Balai Besar Taman Nasional Teluk Cenderawasih 2012, Balai Besar TNTC 2013) dan telah memberikan pendapatan yang besar bagi masyarakat lokal (Quiros 2007, Rowat & Engelhardt 2007). Potensi ini memberikan dampak kerentanan terhadap hiu paus termasuk penurunan populasi (Prihadi *et al.* 2017).

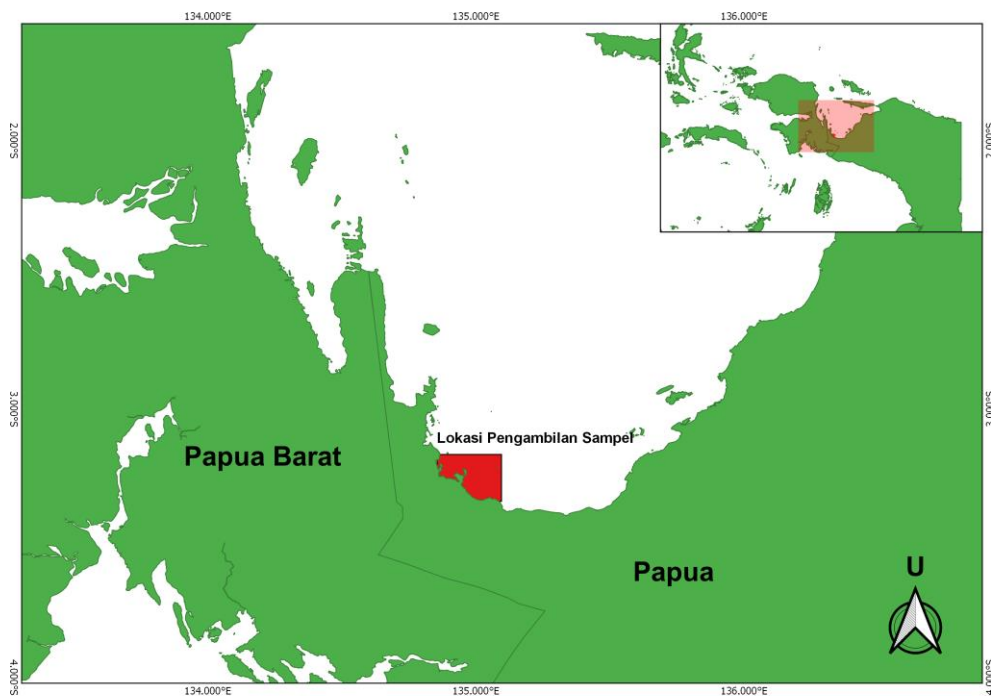
Spesies ini masuk dalam daftar Appendix II *Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora* (CITES) atau perdagangannya harus berdasarkan asas pemanfaatan berkelanjutan dan tidak akan mengancam kelestarian hiu paus di alam liar (CITES 2002). Hiu paus juga telah masuk dalam daftar Merah untuk spesies terancam *International Union for Conservation of Nature* (IUCN) dengan status genting (*endangered*) yang artinya statusnya di alam akan menghadapi resiko kepunahan di masa yang akan datang bila tidak terdapat pengelolaan yang tepat (Pierce & Norman 2016). Hiu paus dilindungi secara teknis, namun menurut Li *et al.* (2012) penang-

kapannya tidak diawasi dan penegakannya masih belum optimal sehingga hiu paus tetap rentan mengalami kepunahan. Karena itu, negara kita telah menetapkan hiu paus sebagai jenis ikan yang dilindungi berdasarkan Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 18/MEN-KP/2013 (KKP 2013).

Kepadatan hiu paus dan perahu wisata yang tinggi (baik yang bermotor maupun yang tidak bermotor) membuat hiu paus semakin berisiko terkena kontak dan berpotensi cedera (Penketh *et al.* 2021). Luka adalah salah satu potensi ancaman tersebut. Luka atau bekas luka dapat menjadi tanda-tanda suatu kejadian pemangsaan dan hantaman perahu (Penketh *et al.* 2021). Data luka penting untuk mengetahui status dan kondisi hewan laut (lihat Penketh *et al.* 2021), termasuk hiu paus. Banyak *R. typus* memiliki bekas luka di tubuh dan sirip (Meekan *et al.* 2006, Penketh *et al.* 2021, Tania 2015). Jenis luka sering berbeda dan dapat disebabkan oleh hantaman perahu atau oleh gigitan predator (Lester *et al.* 2020, Speed *et al.* 2008) atau praktik tandai-tangkap kembali non-invasif untuk monitoring (Penketh *et al.* 2021). Sementara itu, pengetahuan ukuran tubuh sangat penting karena merupakan penentu signifikan dari peran biologis organisme; dan ukuran adalah parameter kunci yang mendasari banyak persamaan alometrik yang memprediksi berbagai parameter fisiologis, anatomis, ekologis dan riwayat hidup (Calder 1984, Peters 1983). Data morfologi juga penting untuk menentukan

strategi mencari makan dan tidak mencari makan hiu paus (Nelson & Eckert 2007). Menurut Taheri (2020), fitur morfologi unik dikembangkan oleh spesies laut dengan konsekuensi hidrodinamik untuk mengatasi kebutuhan hidup selama jutaan tahun. Fitur morfologi ini menyeragamkan kandungan energi dari struktur vertikal yang berasal dari batang ekor melalui penekanan puncak energinya.

Dalam rangka menjaga kelestariannya, upaya pemantauan, pendidikan dan penelitian hiu paus dilakukan di TNTC, di antaranya adalah pelatihan dan lokakarya (Stewart 2011), pemantauan (Tania 2014a, 2014b, 2015, Tania *et al.* 2016) dan beberapa penelitian. Penelitian hiu paus di Teluk Cenderawasih dan TNTC terkait beberapa aspek, seperti genetik (Toha *et al.* 2015, 2020), komposisi jenis kelamin dan perilaku penampakan (Himawan *et al.* 2015), pola pergerakan (Meyers *et al.* 2020) dan berbagai aspek lain (lihat Toha *et al.* 2019). Sementara penelitian terkait ukuran dan luka hiu paus tergolong masih jarang dilakukan (Himawan *et al.* 2015). Penelitian ini bertujuan memantau kembali luka hiu paus dan menentukan karakteristik ukuran dan identitas setiap individu hiu paus di TNTC. Penelitian ini penting sebagai upaya mengatur tingkat paparan hiu paus terhadap interaksi yang ditimbulkan dari adanya kegiatan wisata hiu paus TNTC. Penelitian ini juga penting sebagai informasi tambahan untuk merancang strategi pengelolaan dan konservasi hiu paus di TNTC atau di Teluk Cenderawasih.



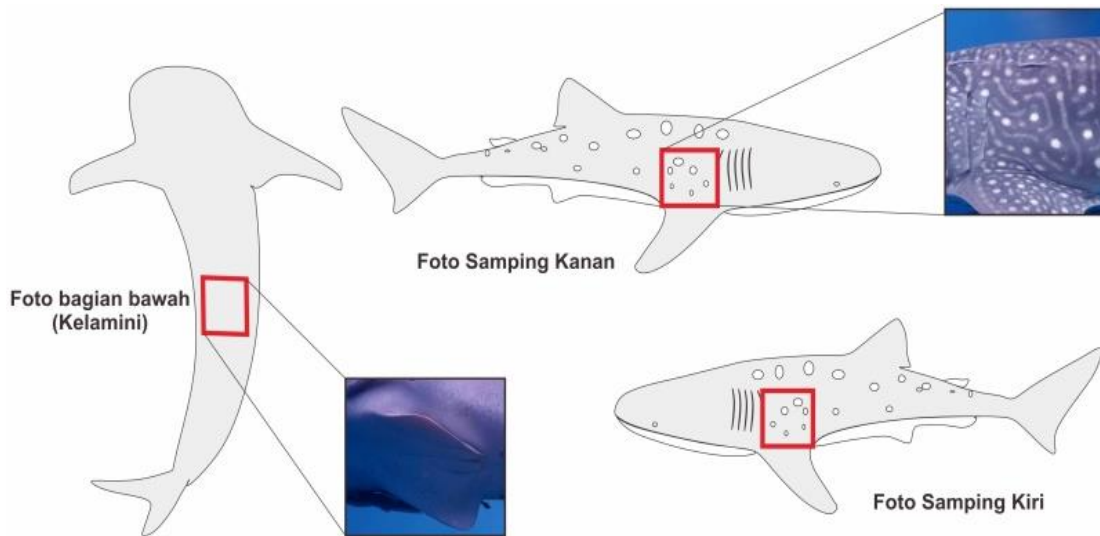
Gambar 1 Peta lokasi penelitian. Penelitian di Teluk Cenderawasih (*insert* kotak merah transparan) dan lokasi pengambilan sampel di TNTC atau tepatnya di Perairan Kampung Sowa Akudiomi, Kwatisore (kotak merah).

Bahan dan metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari-Mei 2019 di Perairan Kampung Sowa, Akudiomi (Kwatisore), Napan Yaur Kabupaten Nabire, Provinsi Papua. Kwatisore adalah lokasi utama usaha bagan yang menjadi salah satu *hotspot* penampakan hiu paus sepanjang tahun di TNTC (Suruan *et al.* 2017, Tania 2015). Lokasi ini merupakan bagian area yang masuk dalam TNTC (Gambar 1). Pemantauan dan pengamatan hiu paus dilakukan pada pagi hari (07.00 WIT) hingga siang menjelang sore hari (15.00 WIT). Penyelaman dan pengambilan foto hiu paus dilakukan untuk menentukan identitas dan keberadaan (bekas) luka pada tubuh hiu paus.

Identifikasi individu dan ukuran panjang tubuh

Metode identifikasi individu hiu paus menggunakan *Photographic Identification (Photo-ID)* dengan perangkat lunak *Interactive Individual Identification System (I3S)* (Pierce 2007). Identitas hiu paus di TNTC mengikuti pemberian identitas yang telah dilakukan sebelumnya (Stewart 2014, Tania 2015). Identifikasi dilakukan dengan membandingkan pola totol-totol putih pada bagian kiri dan kanan insang kelima hingga pangkal sirip dada hiu paus. Estimasi ukuran panjang total tubuh setiap individu hiu paus dilakukan dengan cara membandingkan ukurannya dengan ukuran tubuh manusia yang berenang bersama. Jenis kelamin setiap hiu ditentukan



Gambar 2 Skema Pengambilan foto untuk Photo ID hiu paus (foto dan gambar asli)

berdasarkan ada atau tidaknya klasper. Morfologi klasper adalah cara yang andal dan non-invasif untuk menilai kematangan seksual pada hiu jantan (Joung & Chen 1995).

Identifikasi luka

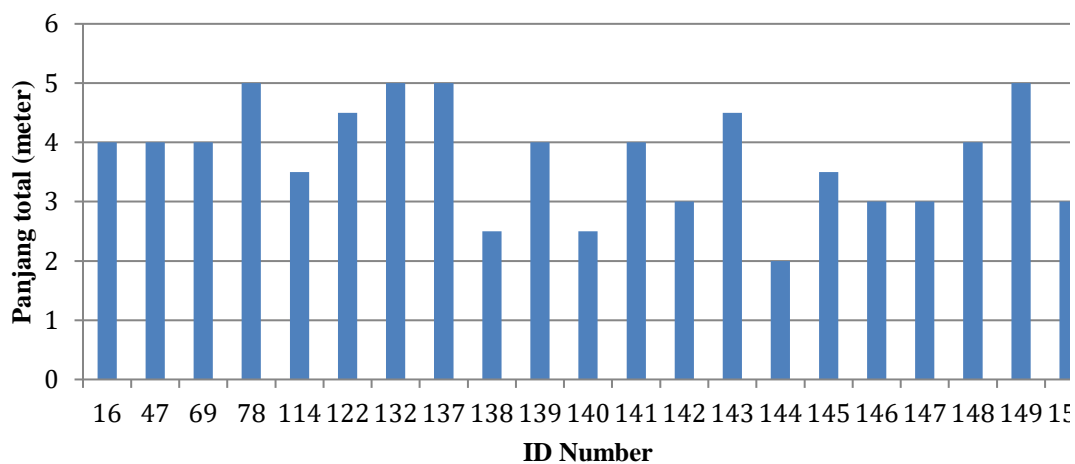
Identifikasi luka dilakukan dengan mengambil foto pada setiap luka yang terdapat pada seluruh tubuh hiu paus. Pengambilan foto sejajar dengan sirip hiu dan setiap foto yang dikumpulkan dianalisis lebih lanjut. Foto dikelompokkan berdasarkan individu, letak dan jenis luka, kemudian dideskripsikan kerentanan luka tersebut bagi kehidupan hiu paus. Kategori jenis luka hiu paus adalah lecet, tercabik, amputasi, trauma tumpul, gigitan, goresan, potongan, dan lain-lain (Speed *et al.* 2008). Karakteristik tersebut difoto menggunakan kamera bawah air pada jarak kurang lebih tiga meter.

Analisis data

Identifikasi individu hiu paus dianalisis melalui ciri pembeda dari setiap individu hiu paus yaitu pola total-total putih di sekitar tubuh hiu paus (Arzoumanian *et al.* 2005, Speed *et al.* 2008) menggunakan perangkat lunak *Interactive Individual Identification System* (I3S) (Pierce 2007). Panjang tubuh hiu paus yang terdata dianalisis secara deskriptif dengan analisis variasi dan distribusi ukurannya. Setiap luka yang difoto akan dikategorikan berdasarkan letak luka dan dianalisis secara sederhana dengan tabulasi. Jenis luka dikelompokkan dalam tujuh kategori (Speed *et al.* 2008). Sementara faktor untuk melihat kondisi kerentanan luka terhadap kehidupan hiu paus didasarkan pada dua kategori yaitu major dan minor (Speed *et al.* 2008).

Tabel 1 Identitas individu hiu paus yang baru di TNTC

No.	ID	No.	ID
1.	ID137	8.	ID144
2.	ID138	9.	ID145
3.	ID139	10.	ID146
4.	ID140	11.	ID147
5.	ID141	12.	ID148
6.	ID142	13.	ID149
7.	ID143	14.	ID150



Gambar 3 Panjang total individu hiu paus di TNTC

Hasil

Identitas dan ukuran tubuh individu

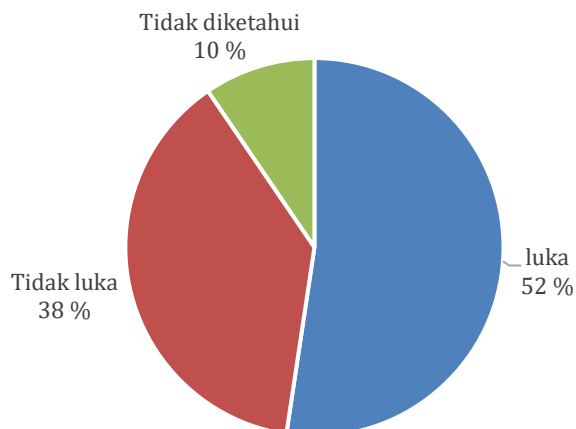
Penelitian ini berhasil mengidentifikasi 21 individu hiu paus yang terdiri atas 14 individu baru dan tujuh individu lama. Identitas individu hiu paus yang baru ditemukan disajikan pada Tabel 1, sedangkan Tabel 2 menunjukkan identitas individu hiu paus yang pernah ditemukan sebelumnya di TNTC.

Panjang tubuh total hiu paus berkisar antara 2 sampai 5 meter dengan rata-rata 3,78 meter ($\pm 0,86$) (Gambar 3). Panjang total hiu

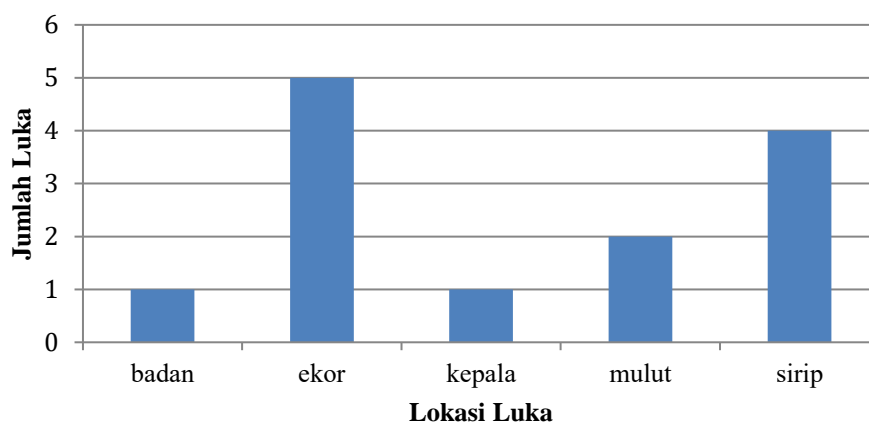
paus terbesar (5 meter) berasal dari individu dengan ID sebagai berikut: ID78, ID132 (individu lama), serta ID137 dan ID149 (individu baru), sedangkan panjang tubuh hiu paus terkecil (2 meter) berasal dari individu ID144 (individu baru). Seluruh hiu paus berkelamin jantan.

Keberadaan luka

Jumlah hiu paus yang memiliki luka disajikan pada Gambar 4. Umumnya hiu paus yang berada di TNTC memiliki luka.



Gambar 4 Persentase jumlah hiu paus yang memiliki luka di TNTC



Gambar 5 Lokasi luka pada bagian tubuh hiu paus di TNTC

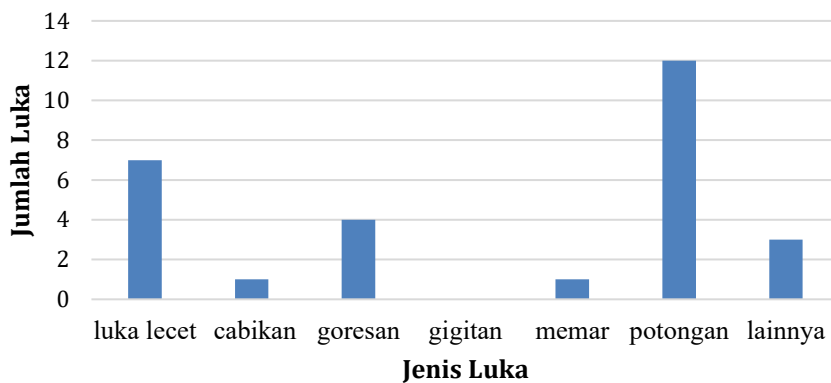
Penelitian ini menemukan 11 individu (52%) memiliki luka, delapan individu (38%) tidak memiliki luka dan dua individu (10%) tidak diketahui. Individu-individu yang masuk dalam kategori "tidak diketahui" merupakan hiu paus yang lama waktu berenang di permukaan relatif sebentar dan kembali ke perairan yang lebih dalam.

Letak luka pada bagian tubuh hiu paus di TNTC umumnya berada pada ekor (lima individu), disusul pada bagian sirip (empat

individu), mulut sebanyak dua individu dan sisanya pada bagian badan dan kepala (masing-masing satu individu) (Gambar 5).

Berdasarkan foto-foto pustaka, hiu paus TNTC memiliki tujuh kategori luka yaitu lecet, tercabik, amputasi, trauma tumpul, gigitan, goresan, potongan, dan lain-lain (Gambar 6).

Potongan merupakan jenis luka yang banyak ditemui pada hiu paus di TNTC yaitu



Gambar 6 Jenis luka pada hiu paus di TNTC

Tabel 2 Identitas individu hiu paus yang ditemukan kembali di TNTC

ID	Tahun temuan	Sumber
ID078	2014, 2015	Tania (2014a), Tania (2015)
ID122	2015, 2018	Tania (2015), Bawole <i>et al.</i> (2018)
ID069	< 2013, 2018	Stewart (2014), Bawole <i>et al.</i> (2018)
ID047	< 2013, 2014, 2015	Stewart (2014), Tania (2015)
ID132	> 2015, 2018	Stewart (2014), Bawole <i>et al.</i> (2018)
ID016	< 2013, 2015	Stewart (2014), Tania (2015)
ID144	> 2015, 2018	Stewart (2014), Bawole <i>et al.</i> (2018)

sebanyak 12 individu. Selain luka potong, luka lecet juga banyak dialami hiu paus (tujuh individu). Luka potong kebanyakan berada pada bagian sirip punggung, dada dan ekor, di mana dari bentuk potongan tersebut beberapa di antaranya diduga disebabkan oleh terjerat jaring atau tali pancing nelayan dan terpotong benda lainnya.

Pembahasan

Identitas dan ukuran tubuh individu

Identifikasi menggunakan foto ID telah dilakukan pada taksa laut lain oleh para peneliti (sebagai contoh lihat McCoy *et al.* 2018). Identifikasi serupa dilakukan di

perairan lain termasuk Gorontalo, dan Philipina, termasuk di Teluk Cenderawasih (Handoko *et al.* 2017, Meekan *et al.* 2006, Speeds *et al.* 2008, Stewart 2014, Tania 2015). Hiu paus memiliki pola warna “papan catur” yang unik berupa bintik-bintik terang dan garis-garis pada latar belakang gelap. Penandaan khas pada spesies epipelagis seperti hiu paus dapat dikaitkan dengan aktivitas sosial seperti tampilan postural dan proses pengenalan (Compagno *et al.* 2005). Menurut Rowat *et al.* (2009) dan Speed *et al.* (2007) pola totol putih *R. typus*, yang unik untuk setiap individu, dapat berfungsi sebagai tag alami yang efektif untuk identifikasi

individu. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa identifikasi foto (*photo-identification*) (Arzoumanian *et al.* 2005, Speed *et al.* 2008) dapat digunakan untuk mengenali individu hiu paus di Teluk Cenderawasih.

Selama pemantauan hiu paus di Teluk Cenderawasih tercatat 126 penampakan pada periode Februari 2010 hingga April 2015 (Tania 2015) dan 150 penampakan pada 2018 (Bawole *et al.* 2018). Tujuh individu pada penelitian ini pernah terdata sebelumnya yaitu ID078, ID122, ID069, ID047, ID132, ID016 dan ID114. Menurut Stewart (2014) hiu paus dapat migrasi meninggalkan dan kembali lagi ke TNTC. Pola ini sesuai dengan penelitian sebelumnya (Tania 2015, Toha *et al.* 2016) yang menunjukkan keterkaitan hiu paus pada lokasi (*site fidelity*) dengan selalu kembali ke TNTC. Pola pergerakan hiu paus ini juga sesuai dengan pengungkapan melalui penandaan satelit jangka panjang yang dilakukan oleh Meyers *et al.* (2020). Menurut Meyers *et al.* (2020) periode tinggal hiu paus di Teluk Cenderawasih bervariasi dengan pola pergerakan horizontal individu yang mungkin sebagian besar akibat respons terhadap faktor abiotik dan biotik yang berbeda, termasuk kesediaan makanan.

Berdasarkan ukuran, umumnya hiu paus TNTC tergolong masih remaja, sesuai pernyataan Norman & Stevens (2007) bahwa *R. typus* tidak dewasa sampai mereka mencapai panjang total 8 m, meskipun ada yang dewasa dengan ukuran panjang total lebih rendah (lihat Ramírez-Macías *et al.* 2012). Menurut McClain *et al.* (2015) saat dewasa

hiu paus dapat mencapai ukuran panjang hingga 18 meter. Ukuran kecil dan ketiadaan hiu paus betina secara umum menunjukkan bahwa TNTC mungkin penting untuk mencari makan daripada berkembang biak (Toha *et al.* 2019).

Panjang total hiu paus pada penelitian ini tidak jauh berbeda dari hasil pemantauan rutin hiu paus di TNTC antara 2010 hingga 2015, yaitu berkisar antara 2 hingga 8 meter (Tania 2015). Hiu paus di Teluk Cenderawasih memiliki ukuran rata-rata $4,4 \pm 1,25$ m (Tania 2015, Bawole *et al.* 2018, Toha *et al.* 2019). Hiu paus yang belum dewasa dan kebanyakan jantan sering ditemukan di Teluk Cenderawasih (Tania *et al.* 2013, Tania 2014a, Tania 2014b, Bawole *et al.* 2018, Toha *et al.* 2015, 2016, 2018, 2019, 2020). Sementara itu kisaran panjang tubuh hiu paus di Cebu, Philipina, rata-rata sebesar 5,5 meter (Araujo *et al.* 2014). Hiu paus di Afrika Selatan yang terdata juga memiliki kisaran 4 sampai 7 meter (Cliff *et al.* 2007) yang tergolong dalam kategori hiu paus usia remaja (Norman & Stevens 2007, Ramírez-Macías *et al.* 2012). Perbedaan panjang rata-rata hiu paus antar lokasi dapat disebabkan oleh perubahan dalam kelimpahan kelas ukuran di kedua ujung distribusi (yaitu, keuntungan atau kerugian individu terbesar dan perubahan perekrutan ke agregasi yang mengakibatkan peningkatan atau penurunan jumlah hiu paus yang lebih kecil) (Sequeira *et al.* 2016).

Keberadaan luka

Menurut Meekan *et al.* (2006) kebanyakan *R. typus* memiliki bekas luka di tubuh dan sirip mereka. Bekas luka ini sering berbeda dan tampaknya disebabkan oleh hantaman perahu (deretan bekas luka paralel di sepanjang permukaan punggung akibat benturan baling-baling kapal atau perahu) atau oleh gigitan (bagian setengah lingkaran dihilangkan dari sirip) oleh predator (Lester *et al.* 2020, Speed *et al.* 2008).

Persentase luka hiu paus ini lebih rendah dibandingkan temuan luka hiu paus di Philipina yaitu mencapai 97% (Penketh *et al.* (2021), dan Seychelles sebesar 67% (Speed *et al.*, 2008), namun lebih tinggi dibandingkan dengan luka pada hiu paus di Australia bagian barat, hanya 38,8% (Lester *et al.*, 2020). Hasil penelitian ini serupa dengan pemantauan luka hiu paus di TNTC sebelumnya (Tania 2015).

Hiu paus memiliki tingkat luka jauh lebih tinggi pada lokasi penyediaan (seperti bagan) dibandingkan dengan yang jarang ke lokasi penyediaan, menunjukkan hubungan sebab-akibat langsung antara interaksi penyediaan dan tingkat luka pada hiu paus. Selain itu, individu yang lama berada di lokasi penyediaan juga cenderung tidak menghindari kontak dengan perahu atau perenang snorkel (Schleimer *et al.*, 2015). Lebih lanjut disebutkan bahwa hiu paus sering mengikuti perahu pengumpan (misalnya bagan atau perahu turis) pada jarak 2 meter dalam jumlah mencapai 76,5% (n = 119 individu) selama kurun waktu 20 menit. Hal ini meningkatkan

prevalensi kontak dengan hiu paus dan berisiko terjadinya luka.

Banyaknya luka pada ekor dan sirip hiu paus diduga akibat tingginya tingkat fleksibilitas pergerakan pada bagian tubuh tersebut dan bagian tubuh terluar yang akan langsung bersentuhan bila terjadi kontak dengan sesuatu. Hal tersebut terlihat ketika hiu paus melakukan manuver memutar ataupun berenang ke bawah maka bagian sirip ekor dan sirip punggung yang paling berperan. Hasil penelitian ini mirip penelitian sebelumnya, di mana luka pada sirip punggung menempati urutan kedua bagian yang dominan ditemui pada hiu paus di TNTC (Tania 2015). Temuan luka yang dominan pada bagian sirip ekor dan sirip punggung juga mirip dengan lokasi luka hiu paus di Philipina (Penketh *et al.* 2021).

Luka pada sirip ekor di antaranya disebabkan oleh lilitan jaring atau tali pancing nelayan. Hal ini tampak dari pola luka berupa goresan pada dua sisi ekor. Luka pada sirip punggung kebanyakan disebabkan oleh benturan maupun gesekan benda-benda keras seperti perahu atau bagan milik nelayan. Luka pada sirip punggung juga disebabkan pemasangan *satelite tag* atau penanda satelit untuk memantau migrasi hiu paus di TNTC. Hasil ini berbeda dengan penelitian Tania (2015) yang menemukan luka dominan pada mulut dan bagian ekor hanya menempati urutan keempat dari keseluruhan individu yang terluka. Temuan luka pada bagian mulut juga ditemukan pada hiu paus di Philipina (Penketh *et al.* 2021).

Luka potong juga ditemukan pada hiu paus di Philipina (Penketh *et al.*, 2021). Luka lecet diasumsikan disebabkan gesekan dengan benda keras yang berada di atas hiu paus. Hal ini dikarenakan akibat letaknya kebanyakan pada bagian mulut dan sirip punggung. Luka gigitan tidak ditemukan sama sekali pada seluruh individu yang diamati. Hal ini mengartikan bahwa ancaman pesaing ataupun predator hiu paus belum atau tidak dijumpai di TNTC. Hasil ini berbeda dengan temuan Speed *et al.* (2008) dimana gigitan predator adalah sumber luka yang paling sering ditemukan (44%) dan 27% individu memiliki bekas luka yang konsisten dengan serangan predator terjadi di Ningaloo Reef.

Secara keseluruhan luka hiu paus di TNTC masih tergolong belum membahayakan (Tania *et al.* 2016). Speed *et al.* (2008) mengelompokkan luka mayor yang berpotensi mengancam nyawa hiu paus apabila terjadi amputasi lengkap atau hampir lengkap pada sirip punggung pertama, dada atau kuduk, goresan menembus lapisan subdermal, trauma tumpul di sekitar kepala atau insang dan gigitan hiu besar (> 300 mm). Luka pada hiu paus di TNTC tergolong luka minor dan tidak membahayakan karena lecet, amputasi parsial, goresan dan 'lainnya'. Hasil ini memberi informasi bahwa aktivitas manusia khususnya pada bagan nelayan atau perahu yang lewat ataupun sandar di bagan telah menyumbang luka pada individu hiu paus namun tidak membahayakan hiu paus. Hasil ini sejalan dengan penelitian Penketh *et*

al. (2021) bahwa tidak menemukan hubungan antara keberadaan bekas luka dan kemungkinan bertahan hidup. Hasil ini juga dikuatkan oleh Lester *et al.* (2020) dan Speed *et al.* (2008), menyimpulkan bahwa tidak ada efek yang signifikan pada kematian hiu paus. Meskipun demikian, sejauh mana dampak tidak mematikan pada kebugaran individu hiu paus, masih belum diketahui (Penketh *et al.* 2021) dan efek kematian terkait serangan kapal perlu diukur untuk membantu pengelolaan spesies hiu paus di masa mendatang.

Simpulan

Hiu paus di TNTC memiliki ukuran berkisar 2 sampai 5 meter dengan rata-rata 3,78 meter ($\pm 0,86$). Sebagian besar hiu paus memiliki luka dan dominan terletak pada bagian (sirip) ekor disusul pada bagian sirip punggung. Jenis luka yang teridentifikasi adalah luka potongan pada 12 individu dan luka lecet sebanyak tujuh individu. Luka hiu paus di TNTC masih tergolong kategori minor yang masih belum berbahaya. Adanya upaya untuk menjaga jarak antara perahu (bagan) dan hiu paus, kebijakan tanpa kontak selama interaksi, perluasan lokasi penyediaan, dan penerapan zona akses tanpa perahu di sekitar perimeter lokasi penyediaan, merupakan hal-hal yang perlu diterapkan untuk mengurangi potensi terjadinya luka pada hiu paus di TNTC. Hal ini sebagian besar telah dilakukan di TNTC.

Persantunan

Penelitian ini terselenggara atas kerja sama antara Balai Besar Taman Nasional Teluk Cenderawasih (BBTNTC), Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan-Universitas Papua dan WWF-Indonesia kawasan Teluk Cenderawasih. Terima kasih kepada BBTNTC atas surat izin memasuki kawasan konservasi (SIMAKSI) untuk pengamatan hiu paus. Kami juga menyampaikan terima kasih kepada WWF-Indonesia yang telah mendanai penelitian ini.

Daftar pustaka

- Araujo G, Lucey A, Labaja J, So CL, Snow S, Ponzio A. 2014. Population structure and residency patterns of whale sharks, *Rhincodon typus* at a provisioning site in Cebu, Philippines. *PeerJ*. <https://doi.org/10.7717/peerj.543>
- Arzoumanian ZJ, Holmberg, Norman B. 2005. An astronomical pattern matching algorithm for computer aided identification of whale shark *Rhincodon typus*. *Journal of Applied Ecology*, 42. 999-1011
- Balai Besar Taman Nasional Teluk Cenderawasih. 2012. Laporan tahunan Balai Besar Taman Nasional Teluk Cenderawasih 2012. Kementerian Kehutanan, Direktorat Jendral Perlindungan Hutan dan Konservasi Alam. 80 h.
- Balai Besar TNTC. 2013. Statistik Balai Besar Taman Nasional Teluk Cenderawasih. Manokwari. 108 hal.
- Bawole R, Sala R, Suruan SS, Numberi A, Suhaemi. 2018. Perencanaan spasial whale shark sanctuary. *Laporan Penelitian*. WWF-Indonesia. 60 h.
- Calder WA. 1984. *Size, Function, and Life History*. Dover Publications, Inc. Mineola, New York
- Cisneros-Montemayor AM, Barnes-Mauthe M, Al-Abdulrazzak D, Navarro-Holm E, Sumaila UR. 2013. Global economic value of shark ecotourism: implications for conservation. *Oryx* 47 (3): 381 – 388.
- CITES. 2002. CITES Appendix II nomination of the Whale Shark, *Rhincodon typus*. Proposal 12.35. Santiago, Chile, CITES Resolutions of the conference of the parties in effect after the 12th Meeting.
- Cliff G, Anderson-Reade MD, Aitken AP, Charter GE, Peddemors VM. 2007. Aerial census of whale sharks (*Rhincodon typus*) on the northern KwaZulu-Natal coast, South Africa. *Fisheries Research*, 84 (1): 41–46.
- Compagno L, Dando M, Fowler S. 2005. *A Field Guide to the Sharks of the World*. Haper Collins Publishers Ltd. London.
- Craven S. 2012. *Whale shark of Oslob*. A report on the status of the whale shark watching tourist industry in Tan-awan, Oslob, Cebu. 48 pp.
- Djunaidi A, Jompa J, Nadiarti N, Bahar A, Tilahunga SD, Lilienfeld D, Hani MS. 2020. Analysis of two whale shark watching destinations in Indonesia: status and ecotourism potential. *Biodiversitas* 21(9): 4511-4523.
- Gallagher A, Hammerschlag N. 2011. Global shark currency: the distribution, frequency and economic value of shark ecotourism. *Current Issues in Tourism* 1: 1–16. doi:10.1080/13683500.2011.585227
- Handoko K, Sukmoputro IRA, Himawan MR, Tania C. 2017. Karakteristik populasi hiu paus (*Rhincodon typus*) dan pola perilaku tinggalnya di Pantai Botubarani, Bone, Bolango, Gorontalo. *Coastal and Ocean Journal* 1(2): 169–178.
- Himawan M, Tania C, Noor BA, Wijonarno A, Subhan B, Madduppa H. 2015. Sex and size range composition of whale shark (*Rhincodon typus*) and their Sighting Behaviour In Relation With

- Fishermen Lift-Net Within Cenderawasih Bay National Park, Indonesia. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation International Journal of the Bioflux Society*, 8(2): 123-133.
- Huffard CL, Erdmann MV, Gunawan TRP (Eds). 2012a. *Geographic Priorities for Marine Biodiversity Conservation in Indonesia*. Ministry of Marine Affairs and Fisheries and Marine Protected Areas Governance Program. Jakarta-Indonesia. 105 pp.
- Huffard CL, Wilson J, Hitipeuw C, Rotinsulu C, Mangubhai S, Erdmann MV, Adnyana W, Barber P, Manuputty J, Mondong M, Purba G, Rhodes K, Toha AHA. 2012b. Ecosystem based management in the Bird's Head Seascape Indonesia: turning science into action. Ecosystem Based Management Program: Conservation International, The Nature Conservancy, and WWF Indonesia. 41 p.
- Joung S-J, Chen C-T. 1995. Reproduction in the sandbar shark, *Carcharhinus plumbeus*, in the waters of northeastern Taiwan. *Copeia* 1995(3): 659–665.
- KKP (Kementerian Kelautan dan Perikanan). 2013. Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 18/MEN-KP/2013 tentang penetapan status perlindungan penuh ikan hiu paus (*Rhincodon typus*). 3 pp.
- Lester E, Meekan MG, Barnes P, Raudino H, Rob D, Waples K, Speed CW. 2020. Multi-year patterns in scarring, survival and residency of whale sharks in Ningaloo Marine Park, Western Australia. *Marine Ecology Progress Series* 634: 115-126.
- Li W, Wang Y, Norman B. 2012. A preliminary survey of whale shark *Rhincodon typus* catch and trade in China: an emerging crisis. *Journal of Fish Biology* 80(5): 1608–1618.
- McClain CR, Balk MA, Benfield MC, Branch TA, Chen C, Cosgrove J, Dove ADM, Gaskins L, Helm RR, Hochberg FG, Lee FB, Marshall A, McMurray SE, Schanche C, Stone SN, Thaler AD. 2015. Sizing ocean giants: patterns of intraspecific size variation in marine megafauna. *PeerJ* 3:e715. doi: 10.7717/peerj.715
- McCoy E, Burce R, David D, Aca EQ., Hardy J, Labaja J, Snow SJ, Ponzo A, Araujo G. 2018. Long-term photo-identification reveals the population dynamics and strong site fidelity of adult whale sharks to the coastal waters of Donsol, Philippines. *Frontier in Marine Science* <https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00271>
- Meekan MG, Bradshaw CJA, Press M, McLean C, Richards A, Quashnichka S, Taylor JG. 2006. Population size and structure of whale sharks *Rhincodon typus* at Ningaloo Reef, Western Australia. *Marine Ecology Progress Series* 319: 275-285. doi:10.3354/meps319275
- Meyers MM, Francis MP, Erdmann M, Constantine R, Sianipar A. 2020. Movement patterns of whale sharks in Cenderawasih Bay, Indonesia, revealed through long-term satellite tagging. *Pacific Conservation Biology* 26(4): 353-364.
- Nelson JD, Eckert SA. 2007. Foraging ecology of whale sharks (*Rhincodon typus*) within Bahía de Los Angeles, Baja California Norte, Mexico. *Fisheries Research* 84(1): 47–64.
- Norman BM, Stevens JD. 2007. Size and maturity status of the whale shark (*Rhincodon typus*) at Ningaloo Reef in Western Australia. *Fisheries Research* 84 (1): 81–86.
- Penketh L, Schleimer A, Labaja J, Snow S, Ponzo A, Araujo G. 2021. Scarring patterns of whale sharks, *Rhincodon typus*, at a provisioning site in the Philippines. *Aquatic Conservation: Marine Freshwater Ecosystem* 31 (1): 99–111.
- Peters RH. 1983. *The Ecological Implications of Body Size*. Cambridge University Press. Cambridge

- Pierce SJ. 2007. Processing Photographic Identifications of Whale Sharks using the Interactive Individual Identification System (I3S). Manta Ray & Whale Shark Research Centre Tofo Beach, Mozambique
- Pierce SJ, Norman B. 2016. *Rhincodon typus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T19488A2365291. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T19488A2365291.en>. Downloaded on 27 April 2021.
- Prihadi DJ, Nuryana A, Lili W, Ihsan YN, Ihsan EN. 2017. Daya dukung lingkungan dan analisis kesesuaian pada wisata hiu paus (*Rhincodon typus*) di Taman Nasional Teluk Cenderawasih, Kabupaten Nabire. *Jurnal Akuatika Indonesia* 2 (2): 172-186).
- Quiros A. 2007. Tourist compliance to a code of conduct and the resulting effects on whale shark (*Rhincodon typus*) behavior in Donsol, Philippines. *Fisheries Research* 84 (1): 102–108.
- Ramírez-Macías D, Meekan M, Parra-Venegas RDL, Remolina-Suárez F, Trigo-Mendoza M, Vázquez-Juárez R. 2012. Patterns in composition, abundance and scarring of whale sharks *Rhincodon typus* near Holbox Island, Mexico. *Journal of Fish Biology* 80(5): 1401–16.
- Rowat D, Engelhardt U 2007. Seychelles: a case study of community involvement in the development of whale shark ecotourism and its socio-economic impact. *Fisheries Research* 84 (1): 109 – 113.
- Rowat D, Speed CD, Meekan MG, Gore MA, Bradshaw CJA. 2009. Population abundance and apparent survival of the vulnerable whale shark *Rhincodon typus* in the Seychelles aggregation. *Oryx* 43 (4): 591–598.
- Sadili D, Dharmadi, Fahmi, Sarmintohadi, Ramli I, Tania C, Noor BA, Prabowo, Rasdiana H, Miasto Y, Puspitasari R, Terry N, Monintja M, Annisa S. 2015. *Pedoman umum monitoring hiu paus di Indonesia*. Direktorat Konservasi Kawasan dan Jenis Ikan. Ditjen Kelautan, Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil. Kementerian Kelautan dan Perikanan. 48 p.
- Schleimer A, Ramp C, Delarue J, Carpentier A, Bérubé M, Palsbøll PJ, Sears R, Hammond PS. 2015. Decline in abundance and apparent survival rates of fin whales (*Balaenoptera physalus*) in the northern Gulf of St. Lawrence. *Ecology and Evolution* 9(7): 4231-4244. <https://doi.org/10.1002/ece3.5055>.
- Sequeira AMM, Thums M, Brooks K, Meekan MG. 2016. Error and bias in size estimates of whale sharks: implications for understanding demography. *Royal Society Open Science* 3: 150668. <https://doi.org/10.1098/rsos.150668>
- Speed CW, Meekan MG, Bradshaw CJA. 2007. Spot the match – wildlife photo-identification using information theory. *Frontiers in Zoology*, 4(2): 1-11.
- Speed CW, Meekan MG, Rowat D, Pierce SJ, Marshall AD, Bradshaw CJA. 2008. Scarring patterns and relative mortality rates of Indian Ocean whale sharks. *Journal of Fish Biology* 72(6): 1488–1503.
- Stewart BS. 2011. Workshop and monitoring training for whale sharks in Cendrawasih Bay National Park, West Papua. 2–7 May 2011, Nabire, Papua. Hubbs-SeaWorld Research Institute Technical Report 2011-375: 1-27.
- Stewart BS. 2014. Whale sharks research ecological research and outreach in Teluk Cenderawasih, National Park West Papua and Papua Indonesia, November 2012 – November 2013. Hubbs Sea Worlds Research Institute Technical Report. 2013. 382 : 1- 18 pp.
- Suruan SS, Kamal MM, Kurnia R, Bawole R. 2017. Effect of lift net on piracy of whale shark (*Rhincodon typus*) in Kwatisore Waters, Cenderawasih Bay National Park (CTNP) Papua Province. *Journal of Marine and Coastal Science* 6 (2): 69-81.

- Taheri A. 2020. Hydrodynamic impacts of prominent longitudinal ridges on the 'whale shark' swimming. *Research in Zoology*, 10(1): 18-30.
- Tania C. 2014a. Pemantauan dan studi hiu paus di Taman Nasional Teluk Cenderawasih. Laporan pemantauan dan studi tahun 2011-2013, WWF-Indonesia, Wasior
- Tania C. 2014b. Pemantauan dan studi hiu paus di Taman Nasional Teluk Cenderawasih. Laporan pemantauan tahun 2013-2014. WWF-Indonesia, Wasior
- Tania C. 2015. Pemantauan dan studi hiu paus di Taman Nasional Teluk Cenderawasih. Laporan pemantauan tahun 2014 – 2015 versi 1.1. Balai Taman Nasional Teluk Cenderawasih dan WWF-Indonesia. 21 h.
- Tania C, Blæsbjerg M, Himawan MR, Noor BA, Suruan SS, Pranata B, Stewart BS. 2016. Characteristics of whale sharks (*Rhincodon typus*) in Teluk Cenderawasih National Park, Indonesia. *QSCIENCE Proceedings*. (May): 5339.
- Tania C, Sumolang K, Wijonarno A. 2013. Pengamatan insidental di Taman Nasional Teluk Cenderawasih. Laporan Pengamatan Wasior.
- Toha AHA, Anwar S, Setiawan JB, Bawole R. (Eds.). 2018. Hiu paus Teluk Cenderawasih. Riset dan monitoring berbasis geografis, biologis, ekologis, industri, dan prospektif hiu paus di Taman Nasional Teluk Cenderawasih. Balai Besar Taman Nasional Teluk Cenderawasih, Manokwari.
- Toha AHA, Ambariyanto, Anwar S, Setiawan JB, Bawole R. 2019. Hiu paus Teluk Cenderawasih. Riset dan Monitoring. Penerbit Brainy Bee, Malang. 282 h.
- Toha AHA, Dailami M, Anwar S, Setiawan JB, Jentewo Y, Lapadi I, Sutanto S, Aryasari R, Ambariyanto, Runtuboi F, Madduppa H. 2020. The genetic relationships and Indo-Pacific connectivity of whale sharks (*Rhincodon typus*) with particular reference to mitochondrial COI gene sequences from Cenderawasih Bay, Papua, Indonesia. *Biodiversitas* 21 (5): 2159-2171
- Toha AHA, Madduppa HH, Tania C, Noor BA, Widodo N, Subhan B. 2015. Hiu paus di Taman Nasional Teluk Cenderawasih. Penerbit WWF Indonesia-Papua Program. 100 p. https://www.researchgate.net/publication/282807273_Hiu_Paus_di_Taman_Nasional_Teluk_Cenderawasih
- Toha AHA, Widodo N, Subhan B, Himawan R, Tania C, Noor BA, Stewart BS, Madduppa HH. 2016. Close genetic relatedness of whale sharks, *Rhincodon typus* in the Indo-Pacific region. *AACL Bioflux* 9 (3): 458-564.
- Ziegler J, Dearden P, Rollins R. 2012. But are tourist satisfied? importance-performance analysis of the whale shark tourism industry on Isla Holbox, Mexico. *Tourism management* 33 (3): 692-701.

Pola pertumbuhan dan faktor kondisi ikan sepat rawa *Trichopodus trichopterus* (Pallas, 1770) dari Bendungan Lempake, Kalimantan Timur

[The growth pattern and condition factors of three spot gourami *Trichopodus trichopterus* (Pallas, 1770) from the Lempake Dam, East Kalimantan]

Jusmaldi^{✉1}, Ardana Reswari Dianingrum¹, Nova Hariani¹

¹Program Studi Biologi FMIPA Universitas Mulawarman Samarinda
Jln. Barong Tongkok No.4, Kampus Gunung Kelua Samarinda 75123
surel: aldi_jus@yahoo.co.id

Diterima: 23 Juni 2021; Disetujui: 11 Oktober 2021

Abstrak

Pola pertumbuhan dan faktor kondisi ikan sepat rawa *Trichopodus trichopterus* (Pallas, 1770) dari Bendungan Lempake, Kalimantan Timur belum pernah diinformasikan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis panjang dan bobot tubuh ikan, nisbah kelamin, hubungan panjang-bobot tubuh, pola pertumbuhan dan faktor kondisi. Sampel ikan sepat rawa dikoleksi setiap bulannya dimulai dari bulan Februari hingga Mei 2020. Total 912 individu sampel ikan sepat rawa ditangkap dengan 15 perangkap ikan menggunakan metode *purposive sampling* pada tiga stasiun. Hasil dari penelitian ini menunjukkan panjang total ikan yang dianalisis berkisar antara 31,68-103,53 mm dan bobot tubuh berkisar antara 1,12-17,22 g. Nisbah kelamin jantan dan betina adalah 1:1,19. Model regresi hubungan panjang-bobot tubuh yang dihitung adalah $W=3 \times 10^{-5} L^{2,861}$ untuk keseluruhan sampel, $W=5 \times 10^{-5} L^{2,710}$ untuk jantan dan $W=2 \times 10^{-5} L^{2,977}$ untuk betina. Hubungan panjang-bobot tubuh didapatkan sangat kuat pada keseluruhan sampel ikan dan jenis kelamin, dengan nilai regresi (*r*) berkisar dari 0,965-0,977. Pola pertumbuhan isometrik dengan koefisien pertumbuhan “b”=2,977 diamati pada betina, sedangkan pola pertumbuhan allometrik negatif pada jantan dan gabungan kedua jenis kelamin, dengan koefisien pertumbuhan “b”= 2,710 dan “b”=2,861. Nilai faktor kondisi relatif (Kn) yang diamati pada betina berkisar antara 1,472-1,555 dan jantan berkisar antara 1,024-1,082. Pola pertumbuhan dan faktor kondisi relatif ikan sepat rawa dari perairan Bendungan Lempake dipengaruhi oleh jumlah ikan kondisi matang gonad dan bentuk tubuh

Kata penting: Faktor kondisi, pola pertumbuhan, sepat rawa, Bendungan Lempake.

Abstract

The growth pattern and condition factors of three spots gourami *Trichopodus trichopterus* (Pallas, 1770) from Lempake Dam, East Kalimantan, are not yet informed. These studies aimed to investigate fishes' length and body weight, sex ratio, length-bodyweight relationships, growth patterns, and condition factors. The collection of fish sampling was carried out monthly from February to May 2020. A total of 912 individual samples of sepat rawa fish were caught by 15 fish traps using a purposive sampling method at three stations. This research showed that the total length of the fishes analyzed ranged from 31.68 to 103.53 mm, while body weight ranged from 1.12 to 7.22 g. The sex ratio in males and females was 1:1.19. The regression model of the length-body weight relationships calculated was $W=3 \times 10^{-5} L^{2,861}$ for total samples, $W=5 \times 10^{-5} L^{2,710}$ for males, and $W=2 \times 10^{-5} L^{2,977}$ for females. The length-body weight was obtained strong relationships in all samples and sexes, with the regression coefficient (*r*) ranging from 0.965 to 0.977. An isometric growth pattern and the growth coefficient “b”=2.977 was observed in females, while a negative allometric growth pattern in males and both sexes, with the growth coefficient “b”= 2.710 and “b”=2.861. The values of relative condition factor (Kn) observed for females were ranged from 1.472 to 1.555 and for males ranged from 1.024 to 1.082. The growth pattern and relative condition factor of three spot gourami in the Lempake Dam were affected by the number of fishes in gonad mature condition and body shape.

Keywords: Condition factors, growth pattern, three spot gourami, Lempake Dam

Pendahuluan

Bendungan Lempake merupakan perairan umum buatan yang dibangun pada tahun 1978, berada di wilayah Kecamatan Samarinda Utara, Kota Samarinda Provinsi Kalimantan Timur. Secara topografi Bendungan Lempake merupakan cekungan daratan tergenang yang dialiri oleh sungai dan di bagian tepinya ditemukan lahan pertanian, permukiman penduduk serta perbukitan. Bendungan ini memiliki luas total genangan ± 159 ha dan termasuk bagian hulu Sub Daerah Aliran Sungai (DAS) Karang Mumus dan DAS Mahakam (Widayanti *et al.* 2017). Bendungan ini dibangun oleh Pemerintah Provinsi Kalimantan Timur yang berfungsi sebagai sarana pengendali banjir dan sumber air bersih masyarakat di Kota Samarinda. Selain itu, bendungan ini juga dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai sumber air irigasi pertanian, lokasi budidaya dan menangkap ikan (Setiawan *et al.* 2017).

Menurut laporan Jusmaldi *et al.* (2020 a) beberapa jenis ikan yang umum ditangkap oleh nelayan di Bendungan Lempake untuk dikonsumsi dan diperdagangkan adalah ikan puyau (*Osteochilus vittatus* Valenciennes, 1842); betok (*Anabas testudineus*, Bloch, 1792); tempe (*Pristolepis fasciata* Bleeker, 1851); nila (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758); haruan (*Channa striata* Bloch, 1793), lele (*Clarias* sp.), sepat siam (*Trichopodus pectoralis* Regan, 1910); belida (*Notopterus borneensis* Bleeker, 1851); lais (*Kryptopterus* spp.), lepok (*Ompok* spp.) dan sepat rawa (*Trichopodus trichopterus* Pallas, 1770).

Ikan sepat rawa dikenal dengan nama internasional *three spot gourami* merupakan spesies ikan air tawar yang termasuk ke dalam famili Osphronemidae (Kottelat 1993). Di alam jenis ikan ini dapat ditemukan di perairan rawa, danau, lahan basah dataran rendah dan aliran air yang tenang dengan suhu berkisar 22-28⁰C dan pH 6-8. Ikan sepat rawa bersifat omnivora, memakan zooplankton, krustasea kecil dan larva serangga. Secara geografis ikan ini tersebar di Cina bagian selatan, Indocina, Semenanjung Malaya dan Indonesia, terutama di Pulau Kalimantan, Jawa, Sumatera dan Madura (Froese & Pauly 2021). Saat ini sepat rawa dilaporkan menjadi spesies introduksi di beberapa negara seperti: Amerika Serikat (Florida), Brazil, Republik Dominika, Colombia, Jamaika, India, Sri Lanka, Taiwan, Filipina, Papua New Guinea, Caledonia dan Australia (Cavalcanti & Lopes 2017).

Sepat rawa merupakan jenis ikan asli perairan Indonesia dan sangat potensial dikembangkan sebagai ikan budi daya ekonomis (Ath-thar *et al.*, 2014). Di Kalimantan ikan sepat rawa dijual dalam keadaan segar atau dapat diawetkan menjadi ikan kering dan disukai oleh masyarakat karena rasa dagingnya yang manis, bertulang lunak dan bahkan dijadikan sebagai oleh-oleh untuk pendatang dari luar Pulau Kalimantan (Murjani 2011). Ikan sepat rawa memiliki pola warna yang lebih beragam daripada ikan sepat siam, sehingga jenis ini lebih dikenal dalam perdagangan internasional sebagai jenis ikan hias (Froese & Pauly 2021).

Berdasarkan informasi dari para nelayan setempat keberadaan ikan sepat rawa di Bendungan Lempake bersifat musiman, sehingga ada atau tidak adanya jenis ikan ini di pasar bergantung kepada musim. Pada saat akhir musim penghujan ikan sepat rawa ditangkap dalam jumlah yang sangat banyak dan tanpa memperhatikan ukuran ikan. Aktivitas penangkapan yang berlebihan ini dikhawatirkan dapat mengakibatkan penurunan populasinya jika aktivitas tersebut berlangsung dalam waktu yang lama. Sementara di lain hal studi tentang biologi ikan sepat rawa dari perairan tersebut belum pernah dilakukan dan hasil studi ini sangat penting diketahui sebagai langkah awal dalam upaya pengelolaannya.

Penelitian terkait biologi ikan sepat rawa telah dilaporkan oleh beberapa peneliti lain seperti: pengaruh perilaku dan variabel lingkungan terhadap awal pemijahan *T. trichopterus* (Cheal & Davis 1974); pertumbuhan dan hubungan panjang-bobot *T. trichopterus* dengan penambahan diet yang berbeda (Jafaryan *et al.* 2014); keragaan pertumbuhan ikan sepat rawa *T. trichopterus* yang berasal dari Sumatera, Jawa dan Kalimantan (Ath-thar & Prakorso 2014); fluktuasi asimetri sebagai ukuran stabilitas perkembangan gurami bintik tiga, *T. trichopterus* di Danau Sebu, Cotabato Selatan, Filipina (Hingabay *et al.* 2016), karakteristik dan parasit pada ikan sepat rawa (*T. trichopterus*) dari perairan Thung Lam, Thailand (Sriwongpuk 2017); pengaruh vitamin C terhadap penetasan telur dan

kelangsungan hidup ikan gurami biru (*T. trichopterus*) (Malgundkar *et al.* 2019). Dari beberapa penelitian tersebut sebagian besar dilakukan dalam kondisi terkontrol, sedangkan penelitian tentang aspek biologi ikan sepat rawa khususnya pola pertumbuhan dan faktor kondisi pada habitat alami masih sangat sedikit dilaporkan.

Dalam manajemen perikanan informasi tentang ukuran panjang dan bobot tubuh, nisbah kelamin, hubungan panjang-bobot tubuh, pola pertumbuhan dan faktor kondisi ikan sangat penting diketahui dalam upaya menyusun langkah pengelolaan. Sebaran frekuensi dari kelompok panjang ikan dapat digunakan untuk menentukan kelompok umur ikan dalam struktur populasi, nisbah kelamin dapat menunjukkan proporsi seimbang atau tidaknya jumlah ikan jantan dan betina di alam yang berkaitan dengan keberhasilan reproduksi (Jusmaldi & Hariani 2018). Sementara model regresi dari hubungan panjang-bobot tubuh dan pola pertumbuhan ikan dapat digunakan untuk mengetahui keadaan stok ikan baik secara spasial dan temporal, serta ketersediaan sumber makanan (Jones 2002, Kumary & Raj 2016).

Faktor kondisi mencerminkan keadaan fisik dan biologis ikan yang berfluktuasi disebabkan oleh interaksi antara kondisi makanan, infeksi parasit dan faktor fisiologis (Le Cren 1951). Sejak awal abad ke-20, faktor kondisi telah banyak digunakan sebagai indikator dalam menilai kesehatan ikan, seperti pertumbuhan dan intensitas makan (Froese 2006). Berdasarkan hal

tersebut penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis ukuran panjang dan bobot tubuh, nisbah kelamin, hubungan panjang-bobot tubuh, pola pertumbuhan dan faktor kondisi ikan sepat rawa dari Bendungan Lempake yang digunakan sebagai informasi dasar untuk menilai keadaan populasi dan langkah pengelolaannya.

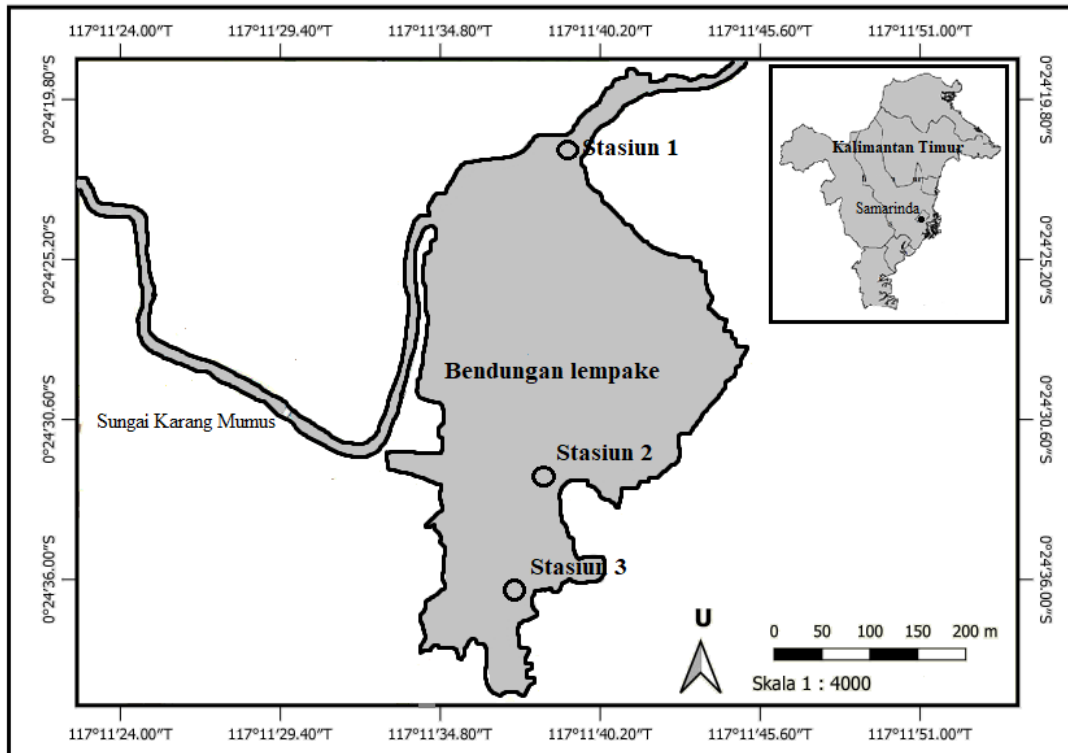
Bahan dan metode

Sampel ikan sepat rawa ditangkap dari Bendungan Lempake setiap bulannya, dimulai dari bulan Februari hingga Mei 2020. Sampel ikan yang dikumpulkan dari lapangan dibawa ke Laboratorium Biologi Dasar FMIPA Universitas Mulawarman Samarinda

untuk dilakukan pengukuran dan penimbangan.

Ikan sepat rawa ditangkap menggunakan perangkap bubu yang terbuat dari kawat. Sebanyak 5 perangkap dengan ukuran panjang 100 cm, lebar 50 cm dan tinggi 50 cm ditempatkan pada masing-masing stasiun. Buah sawit yang telah ditumbuk digunakan sebagai umpan, yang berfungsi untuk menarik ikan sepat rawa agar masuk ke dalam perangkap. Letak tiga stasiun lokasi penangkapan sampel ikan dapat dilihat pada Gambar 1.

Pemasangan perangkap dilakukan pada pukul 8.00 WITA dan pengambilan ikan yang tertangkap dilakukan keesokan harinya. Pengambilan sampel ikan dilakukan selama 3



Gambar 1 Lokasi tiga stasiun penangkapan ikan di Bendungan Lempake, Kalimantan Timur. Sumber <https://www.google.com>.

hari berturut-turut setiap awal bulannya. Jumlah ikan sepat rawa yang dikoleksi sebanyak yang tertangkap. Sampel ikan dikumpulkan ke dalam kotak *styrofoam* dan diisi dengan potongan es batu. Untuk dokumentasi, ikan difoto memakai kamera merk Canon.

Kaliper digital merk Nankai dengan ketelitian 0,01 mm digunakan untuk mengukur panjang total ikan, sedangkan timbangan digital merk Heles dengan ketelitian 0,01 g digunakan untuk menimbang bobot tubuh. Panjang total ikan diukur dari ujung moncong hingga ujung sirip ekor paling panjang (Kachari *et al.* 2017).

Jenis kelamin ditentukan dengan cara melihat panjang sirip dorsal dan morfologi gonad ikan. Ikan jantan memiliki sirip dorsal lebih panjang dan mencapai sirip ekor, sedangkan sirip dorsal ikan betina lebih pendek dan mencapai pangkal batang ekor (Cole *et al.* 1999). Selanjutnya ikan dibedah di bagian perut dengan bantuan gunting kecil yang dimasukkan pada anus dan dibuat potongan setengah lingkaran pada sisi tubuh agar gonad terlihat sempurna. Gonad berupa dua tubulus sejajar yang terletak di bagian dinding posterior rongga perut jika dilihat dengan mata telanjang. Gonad jantan memiliki permukaan luar halus dan bewarna putih susu, sementara gonad betina memiliki permukaan luar kasar dan bewarna kuning. Tahapan kematangan gonad ditentukan secara morfologis menurut modifikasi Cassie berdasarkan ukuran dan bobot gonad,

perkembangan isi gonad dan warna gonad (Effendie 2002).

Kualitas air diukur sebanyak tiga kali pada masing-masing stasiun selama penelitian dan dilakukan pada pagi, siang dan sore hari. Alat ukur kualitas air yang digunakan merk Lutron, pengukuran meliputi: suhu, oksigen terlarut, pH, dan kekeruhan air. Kedalaman air diukur menggunakan tongkat berskala. Kondisi perairan yang diamati ialah substrat dasar dan vegetasi tumbuhan air yang dominan.

Data yang diperoleh dari hasil pengukuran, penimbangan, jenis kelamin, tahap kematangan gonad pada setiap individu ikan dicatat dalam lembar isian data dan digunakan untuk menganalisis ukuran panjang dan bobot ikan, nisbah kelamin, model regresi hubungan panjang-bobot, pola pertumbuhan, dan faktor kondisi relatif. Semua data dianalisis dengan bantuan perangkat lunak Microsoft office Exel versi 2013.

Analisis struktur ukuran panjang ikan ditampilkan dalam bentuk sebaran frekuensi kelas ukuran panjang ikan yang terbagi dalam beberapa selang kelas. Banyaknya selang kelas dihitung menggunakan rumus:

$$n = 1 + 3,32 \text{ Log } N$$

Keterangan: n= banyaknya selang kelas, N=jumlah total ikan

Panjang selang kelas dihitung menggunakan rumus:

$$C = \frac{a-b}{n}$$

Keterangan: C= panjang selang kelas, a=panjang maksimum ikan, b=panjang minimum ikan, n= banyaknya selang kelas (Steel & Torrie 1993).

Nisbah kelamin dihitung menggunakan rumus:

$$Nk = \frac{\sum J}{\sum B}$$

Keterangan: Nk=nisbah kelamin, J= banyaknya ikan jantan (individu), B= banyaknya ikan betina (individu).

Keseimbangan nisbah kelamin diuji menggunakan uji *Chi-Square* (X^2) dengan hipotesis (Steel & Torrie 1993).

Variabel yang digunakan dalam model regresi hubungan panjang-bobot adalah panjang total (mm) dan bobot tubuh ikan (g). Menurut Le Cren (1951); Asadi *et al.* (2017) model regresi dari hubungan panjang-bobot dihitung menggunakan rumus:

$$W = aL^b$$

Keterangan: W=bobot (g), L=panjang total (mm), a, b= konstanta.

Persamaan ini kemudian ditransformasi ke logaritma untuk memperkirakan nilai a

dan b yang dirumuskan sebagai $\text{Log } W = a + b \text{ Log } L$.

Pola pertumbuhan ditentukan dari koefisien pertumbuhan b (*slope*) yang diperoleh dari model regresi hubungan panjang-bobot. Jika koefisien pertumbuhan $b=3$ maka pola pertumbuhan isometrik, tetapi jika koefisien pertumbuhan $b \neq 3$ maka pola pertumbuhan allometrik. Pola pertumbuhan allometrik positif jika $b > 3$ atau negatif jika $b < 3$. Uji-t digunakan untuk menentukan apakah koefisien pertumbuhan b berbeda secara signifikan dari 3 dihitung dengan rumus:

$$t = \frac{b-3}{sb}$$

Keterangan: b= koefisien pertumbuhan dari data yang ditransformasi ke log, sb= simpangan baku (Kumary & Raj 2016).

Faktor kondisi (K) untuk pola pertumbuhan isometrik ($b=3$) dihitung dengan rumus:

$$K = \frac{10^5}{L^3} \cdot W$$

Tabel 1 Kisaran panjang dan bobot ikan sepat rawa yang tertangkap setiap bulan dari Bendungan Lempake, Kalimantan Timur.

Bulan	Jenis kelamin	Jumlah (ekor)	Kisaran panjang (mm)	Rataan (mm)	Kisaran bobot (g)	Rataan (mm)
Feb'2020	Jantan	170	31,68-100,6	67,53	1,12-12,79	4,90
	Betina	164	40,19-95,49	66,96	1,69-12,95	4,81
Mar'2020	Jantan	126	56,35-102,52	74,17	2,19-15,91	6,29
	Betina	175	52,00-99,22	77,05	1,45-16,62	7,07
Apr'2020	Jantan	61	64,27-95,77	80,12	4,06-13,96	8,01
	Betina	89	66,95-100,21	82,58	4,93-15,09	9,04
Mei'2020	Jantan	59	69,55-97,38	84,69	5,05-13,64	9,05
	Betina	68	75,61-103,53	87,52	6,57-17,22	10,14
Total	Jantan	416	31,68-102,52	73,82	1,12-15,91	6,37
	Betina	496	40,19-103,53	76,14	1,45-17,22	7,10

Sementara faktor kondisi relatif (Kn) untuk pola pertumbuhan allometrik ($b \neq 3$) dihitung dengan rumus:

$$Kn = \frac{W}{aL^b}$$

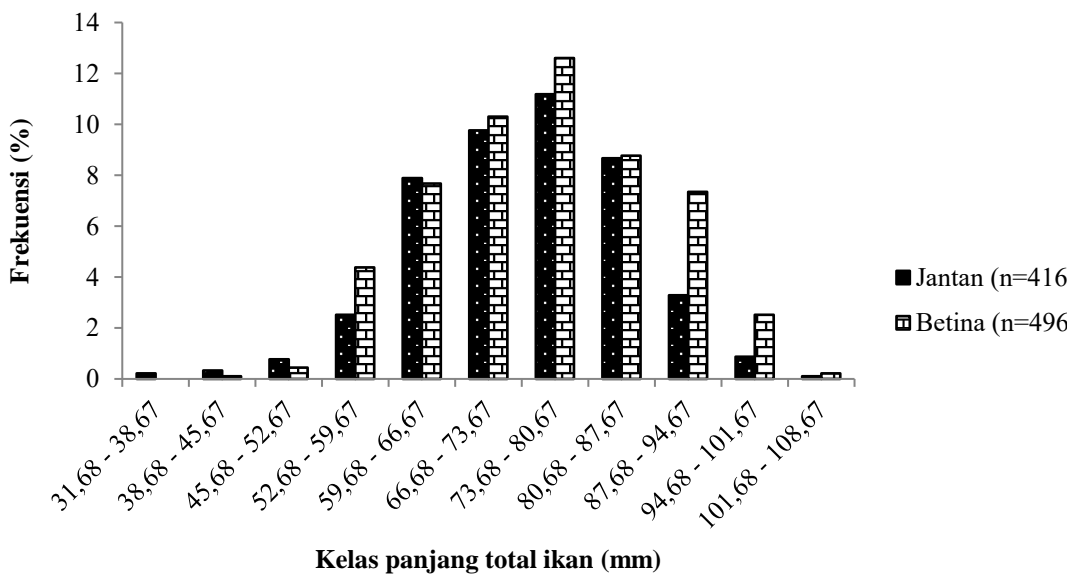
Keterangan: Kn =faktor kondisi relatif, W =bobot tubuh (g), L =panjang total (mm), a =intercept, b =slope. Faktor kondisi pertumbuhan ikan baik jika nilai $Kn \geq 1$, sedangkan kondisi pertumbuhan tidak baik jika $Kn < 1$. (Le Cren 1951; Kachari *et al.* 2017).

Hasil

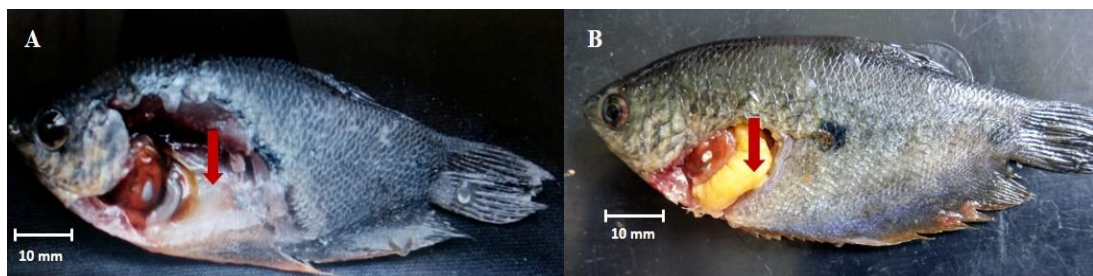
Jumlah keseluruhan ikan sepat rawa yang tertangkap selama bulan Februari-Mei 2020 sebanyak 912 individu, terdiri atas 416 individu jantan (45,61%) dan 496 individu betina (54,39%). Panjang total ikan sepat rawa yang dicatat berkisar 31,68-103,53 mm dan bobot berkisar 1,12-17,22 g. Ikan jantan memiliki panjang total berkisar 31,68-102,52 mm dan bobot berkisar 1,12-15,91 g, sedangkan ikan betina memiliki panjang total

berkisar 40,19-103,53 mm dan bobot berkisar 1,45-17,22 g. (Tabel 1).

Hasil analisis sebaran frekuensi panjang diperoleh ada 11 kelas panjang total ikan. Jika kelas panjang total ikan tersebut dianggap sebagai umur, berarti ada 11 kelas umur ikan yang tertangkap. Kelas panjang ikan terkecil atau umur termuda berkisar 31,68-38,67 mm dan terbesar atau umur tertua berkisar 101,68-108,67 mm. Modus tertinggi kelas panjang total ikan jantan dan betina dicatat pada kelas ukuran 73,68-80,67 mm atau umur dewasa, yaitu 102 ekor pada ikan jantan (11,18%) dan 115 ekor pada ikan betina (12,61%). Secara keseluruhan frekuensi ikan betina lebih banyak dari pada ikan jantan ditemukan pada kelas panjang 66,68-73,67 mm hingga 101,68-108,67 mm, sedangkan jumlah ikan jantan lebih banyak daripada ikan betina ditemukan pada empat kelas panjang 38,68-45,67 mm, 45,68-52,67 mm, 52,68-59,67 mm, dan 59,68-66,67 mm.



Gambar 2 Sebaran frekuensi panjang ikan sepat rawa yang tertangkap dari Bendungan Lempake, Kalimantan Timur.



Gambar 3 Morfologi gonad ikan sepat rawa (A) jantan dan (B) betina

Tabel 2 Nisbah kelamin ikan sepat rawa pada setiap bulan penangkapan dari Bendungan Lempake, Kalimantan Timur.

Bulan	Jantan	Betina	Nisbah kelamin	Uji chi kuadrat (X^2)
Feb'2020	170	164	1: 0,96	Seimbang
Mar'2020	126	175	1: 1,39	Tidak seimbang
Apr'2020	61	89	1: 1,46	Tidak seimbang
Mei'2020	59	68	1: 1,15	Seimbang
Feb-Mei' 2020	416	496	1: 1,19	Tidak seimbang

Tabel 3 Tahap kematangan gonad, panjang dan bobot tubuh ikan sepat rawa dari Bendungan Lempake, Kalimantan Timur

Kelamin	TKG	N	Panjang total tubuh (mm)			Bobot tubuh (g)		
			Kisaran	Rataan	Sb	Kisaran	Rataan	Sb
Jantan	I	203	31,68-90,82	69,09	10,06	1,12-10,63	5,18	1,97
	II	85	46,31-100,60	78,17	9,75	1,58-13,87	7,41	2,57
	III	47	58,41-102,52	74,62	9,26	2,80-15,91	6,52	2,76
	IV	46	59,10-94,33	78,74	8,56	2,70-12,79	7,62	2,55
	V	35	64,27-97,38	84,07	7,44	4,15-12,58	8,88	2,16
Betina	I	234	40,19-94,49	67,47	8,48	1,45-15,09	4,80	1,97
	II	53	64,09-97,04	76,52	7,44	3,47-13,18	6,81	2,04
	III	40	66,95-99,19	80,42	6,96	4,93-13,99	7,92	1,95
	IV	114	60,05-102,72	87,56	7,38	3,79-17,22	10,49	2,50
	V	55	69,54-103,53	84,32	7,05	5,29-15,29	9,04	2,39

Keterangan: sb= simpangan baku

45,68-52,67 mm dan 59,68-66,67mm. Hal ini berarti pada kelompok umur dewasa dan tua jumlah ikan betina lebih banyak daripada jantan, sebaliknya pada umur muda jumlah

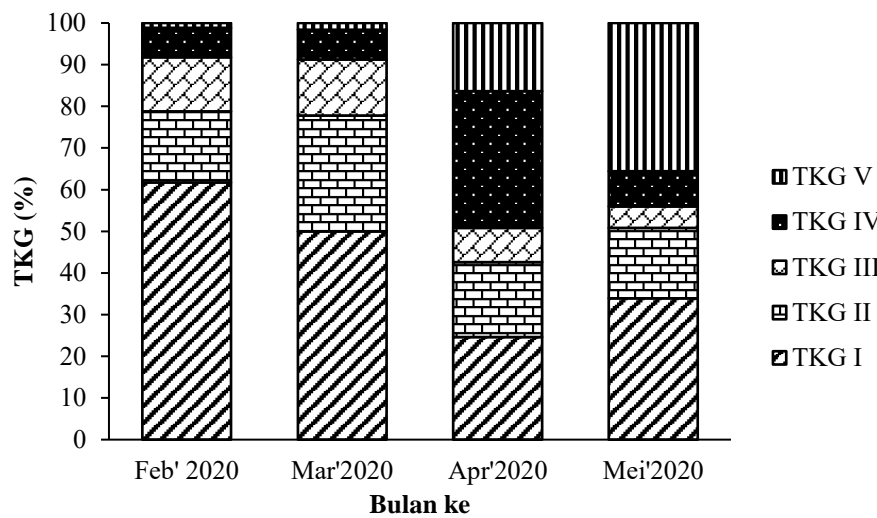
ikan jantan sedikit lebih banyak daripada ikan betina

Tampilan morfologi gonad pada ikan sepat rawa jantan dalam kondisi matang

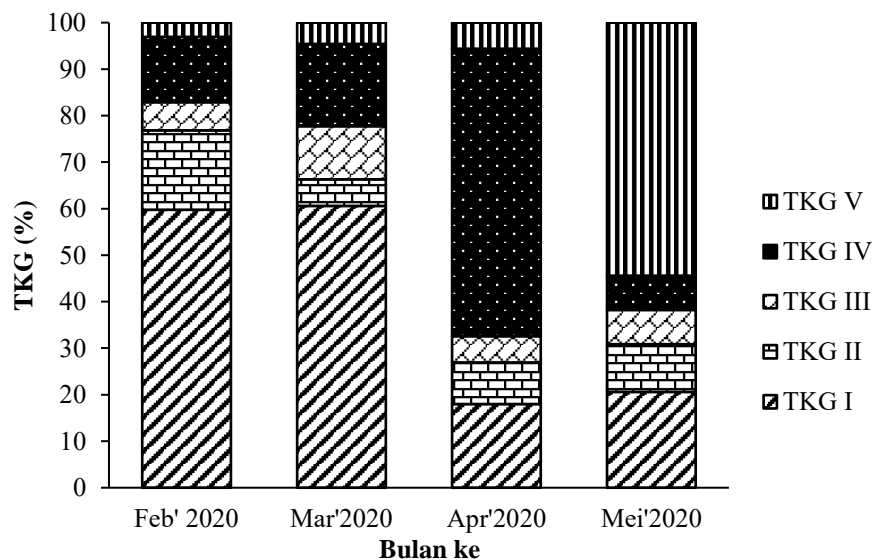
gonad dicirikan dengan testis berwarna putih susu, permukaan licin, bagian pinggir berigi dan testis mengisi hampir seluruh bagian dari rongga perut, sedangkan ovarium pada ikan betina dicirikan ovarium berwarna kuning atau oranye, permukaan ovarium kasar, butir telur dapat dipisah dan ovarium mengisi

hampir seluruh bagian dari rongga perut (Gambar 3).

Sebanyak 912 individu ikan sepat rawa diperiksa jenis kelaminnya. Dari total populasi sampel tersebut nisbah kelamin jantan : betina adalah 1:1,19 dan berbeda dari nisbah 1:1 yang diharapkan $X^2_{hit}(7,017) > X^2_{tabel (db=1)} (3,841)$ atau dengan kata lain

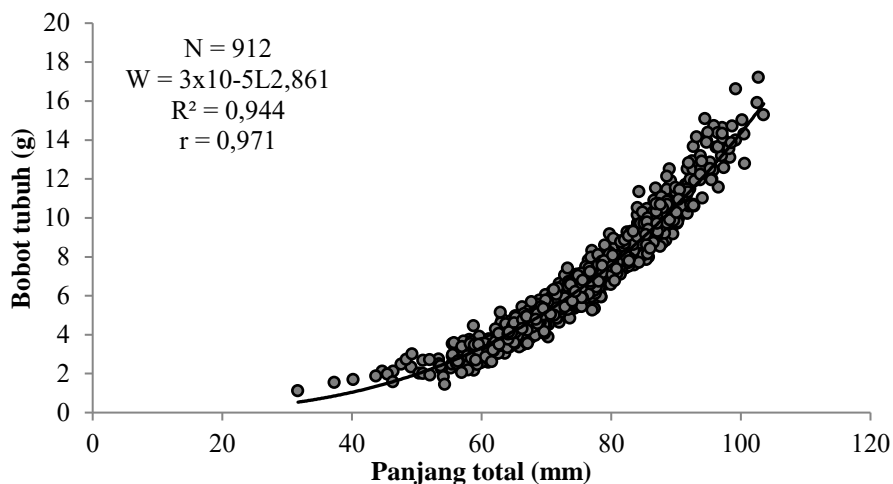


(a)

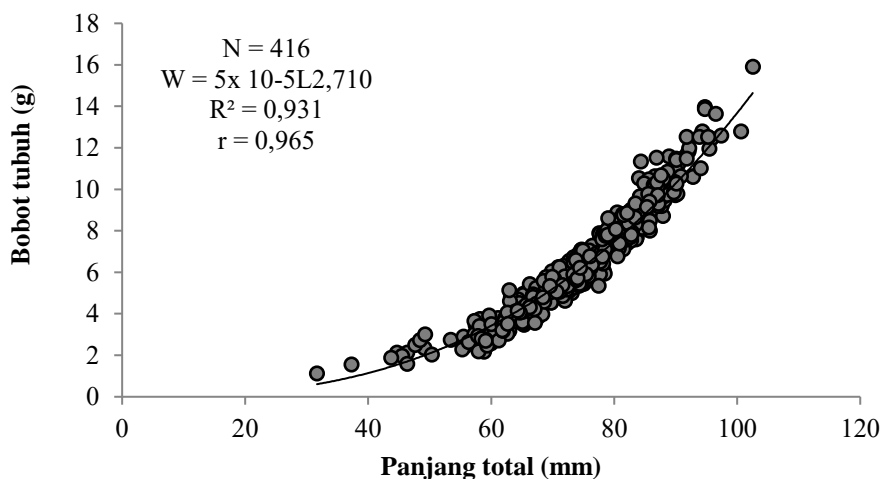


(b)

Gambar 4 Persentase TKG ikan sepat rawa (a) jantan dan (b) betina setiap bulan dari Bendungan Lempake, Kalimantan Timur.



Gambar 5 Hubungan panjang total dan bobot ikan sepat rawa dari gabungan kedua jenis kelamin di Bendungan Lempake, Kalimantan Timur



Gambar 6 Hubungan panjang total dan bobot ikan sepat rawa jantan dari Bendungan Lempake, Kalimantan Timur

jumlah ikan betina lebih dominan daripada jantan. Nisbah kelamin pada setiap bulan bervariasi. Pada bulan Februari dan Mei nisbah kelamin seimbang, sedangkan pada bulan Maret dan April tidak seimbang (Tabel 2).

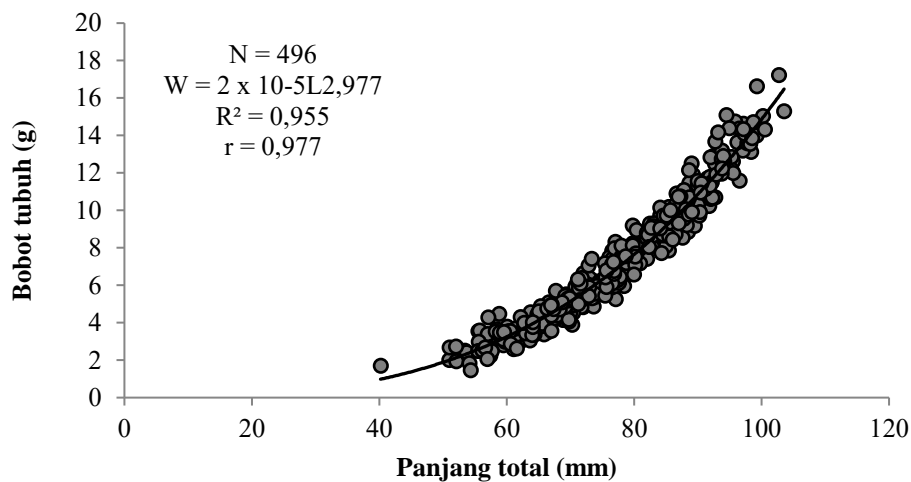
Pemeriksaan TKG pada ikan diperoleh jumlah betina matang gonad (TKG IV) lebih banyak daripada jantan dengan nisbah 1 jantan : 2,48 betina, ini berarti nisbah

kelamin pada saat ikan matang gonad tidak seimbang. Kisaran panjang ikan betina TKG IV adalah 60,05-102,72 mm dan bobot 3,79-17,22 g, sedangkan kisaran panjang ikan jantan 59,10-94,33 mm dan bobot 2,70-12,79 g. Dari data kisaran panjang dan bobot ikan pada kondisi matang gonad menunjukkan ikan betina sedikit lebih panjang dan bobotnya lebih berat daripada ikan jantan (Tabel 3).

Hasil pemeriksaan TKG ditemukan persentase tertinggi ikan kondisi matang gonad (TKG IV) terjadi pada bulan April, yaitu 32,79% pada jantan dan 61,80% pada betina, sementara pada bulan Mei persentase TKG yang tertinggi pada TKG V, yaitu 35,59% pada jantan dan 54,41% pada betina. Hal ini menunjukkan bahwa ikan jantan dan betina pada bulan April-Mei tersebut diperkirakan sudah memasuki fase memijah (Gambar 4).

Model regresi hubungan panjang total-bobot tubuh ikan sepat rawa dari gabungan kedua jenis kelamin, jantan dan betina masing-masingnya ditunjukkan pada

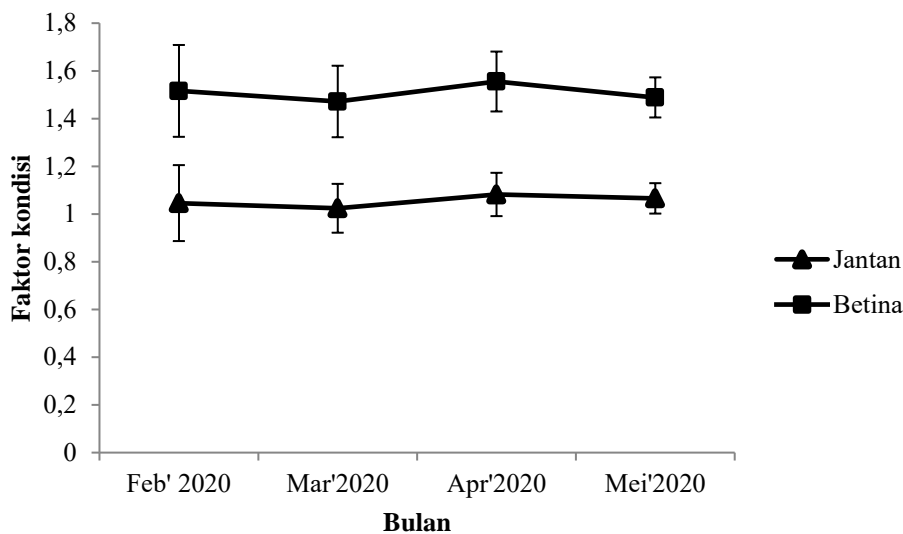
Gambar 5, Gambar 6 dan Gambar 7. Koefisien pertumbuhan (“b”) dari hasil regresi hubungan panjang-bobot tersebut digunakan untuk menganalisis pola pertumbuhan. Hasil analisis hubungan panjang-bobot gabungan kedua jenis kelamin dinyatakan dalam persamaan regresi $W=3 \times 10^{-5} L^{2,861}$ atau $\text{Log}W=2,861 \log L-4,565$ ($r=0,971$) dan $b=2,861$. Pengujian koefisien “b” dengan uji t didapatkan hasil $b \neq 3$ ($t_{\text{hit}}=6,039 > t_{\text{tab}}=2,245$) dan nilai “b” < 3 yang mengindikasikan pola pertumbuhan adalah allometrik negatif atau dengan kata



Gambar 7 Hubungan panjang total dan bobot ikan sepat rawa betina dari Bendungan Lempake, Kalimantan Timur

Tabel 4 Rata-rata faktor kondisi relatif (Kn) ikan sepat rawa dari Bendungan Lempake, Kalimantan Timur

Jenis kelamin	Faktor Kondisi relatif		
	Kisaran	Rataan	Simpangan baku
Jantan	0,965-1,919	1,047	0,125
Betina	0,904-2,603	1,504	0,157
Total	0,911-1,919	1,050	0,118



Gambar 8 Rata-rata faktor kondisi relatif (Kn) ikan sepat rawa berdasarkan bulan pengamatan dari Bendungan Lempake, Kalimantan Timur.

lain pertumbuhan panjang tidak diikuti dengan bertambahnya bobot tubuh.

Persamaan regresi untuk memperkirakan panjang ikan jantan dan ikan betina sepat rawa jika bobotnya diketahui adalah $W=5 \times 10^{-5} L^{2,710}$ atau $\text{Log } W=2,710 \text{ log } L-4,284$ ($r=0,965$) dan $W=2 \times 10^{-5} L^{2,977}$ atau $\text{Log } W=2,977 \text{ log } L-4,782$ ($r=0,977$) berturut-turut. Nilai 'a' negatif 4,284 ditemukan pada jantan dan negatif 4,782 pada betina. Nilai 'a' tersebut tidak berbeda pada kedua jenis kelamin, hal ini menunjukkan pada bobot yang sama, maka panjang ikan jantan dan betina tidak jauh berbeda. Pada ikan jantan koefisien "b" $=2,710$ dan pada ikan betina "b" $=2,977$. Koefisien "b" tersebut mengindikasikan pola pertumbuhan pada ikan jantan adalah allometrik negatif dan pada ikan betina adalah isometrik atau pertumbuhan panjang seiring dengan bertambahnya bobot tubuh. Koefisien regresi "r" hubungan

panjang-bobot ditemukan tinggi atau mendekati nilai 1 pada gabungan kedua jenis kelamin, jantan dan betina, hal ini menandakan model persamaan regresi kedua variabel dari hubungan panjang-bobot tersebut sangat kuat.

Rata-rata faktor kondisi relatif (Kn) dihitung dalam kaitannya dengan total sampel, jenis kelamin, dan variasi bulanan selama penelitian ini dilakukan. Nilai rata-rata Kn yang didapatkan $1,050 \pm 0,118$ pada total sampel, $1,047 \pm 0,125$ pada jantan dan $1,504 \pm 0,157$ pada betina (Tabel 4). Pengamatan terhadap variasi rata-rata Kn pada setiap bulan menunjukkan bahwa rata-rata Kn tertinggi dicatat pada bulan April untuk kedua jenis kelamin (Gambar 8).

Pengukuran suhu air pada tiga stasiun berkisar $27,3-28,5^{\circ}\text{C}$, oksigen terlarut berkisar $3,9-4,7 \text{ mgL}^{-1}$, pH cenderung ke arah netral berkisar $6,59-7,16$, tingkat kekeruhan

air berkisar 16,23-26,54 NTU. Kecepatan arus lambat, kedalaman air berkisar 2,5-3 m dan tipe substrat dasar berlumpur. Musim selama penelitian memasuki akhir musim penghujan dengan intensitas curah hujan berkisar 9,18 – 135,5 mm bulan⁻¹.

Jenis tumbuhan dominan yang ditemukan di perairan Bendungan Lempake adalah *Hydrilla verticillata*, *Salvinia molesta*, *Eichornia crassipes*, dan tumbuhan dominan di sekitar pinggiran diantaranya *Neptunia prostrata*, *Jussiaea repens*, *Jussiaea erecta*, *Imperata sp.* dan *Cyperus sp.*

Pembahasan

Kisaran panjang total ikan sepat rawa yang dicatat dalam penelitian ini adalah 31,68-103,53 mm lebih kecil dari yang dilaporkan oleh Herliwati & Rahman (2013) di kolam rawa Danau Bangko Kalimantan Selatan yang mendapatkan kisaran panjang 64-125 mm. Selanjutnya ukuran ikan dalam penelitian ini juga lebih kecil dari kisaran panjang total 112-121 mm yang dilaporkan oleh Cuadrado *et al.* (2019) di Danau Esperanza, Agusan del Sur, Filipina dan data fishbase tercatat panjang maksimum ikan sepat rawa dapat mencapai 150 mm di perairan alami (Froese & Pauly 2021).

Perbedaan ukuran panjang maksimum ikan yang diperoleh dalam penelitian ini mencerminkan bahwa perbedaan wilayah geografis, kondisi lingkungan perairan seperti: ketersediaan sumber makanan, berkaitan dengan ukuran panjang maksimum ikan yang ditangkap. Jusmaldi *et al.* (2020 b)

menyatakan bahwa ikan nilem yang hidup di perairan Waduk Benanga Kalimantan Timur yang mengalami perbedaan wilayah geografis dengan kondisi perairan berbeda dan hal tersebut merupakan salah satu faktor utama penyebab terjadinya perbedaan ukuran panjang total ikan yang ditangkap. Selanjutnya Li & Gelwick (2005) menyatakan pertumbuhan ukuran panjang maksimal pada ikan berkaitan dengan kondisi lingkungan perairan yang baik dan tersedianya sumber makanan. Selain itu, siklus reproduksi ikan dapat memengaruhi ukuran panjang ikan yang tertangkap pada waktu pengambilan sampel. Dalam penelitian ini rata-rata ukuran panjang ikan yang tertangkap pada bulan April dan Mei lebih panjang pada saat banyaknya persentase ikan matang gonad (TKG IV) dan telah memijah (TKG V) dibandingkan bulan Februari dan Maret (Tabel 1) dan (Gambar 4). Peningkatan ukuran panjang ikan yang seiring dengan tingkat kematangan gonad telah dicatat oleh Yustina & Arnentis (2002) pada ikan kapiék (*Puntius schwanenfeldi* Bleeker, 1854) dan Gupta *et al.* (2014) pada spesies *Ompok pabda* Hamilton, 1822 di India yang melaporkan ukuran panjang ikan bertambah dengan meningkatnya proporsi ikan yang matang gonad.

Kondisi kesehatan populasi ikan dapat juga diindikasikan dari perbandingan banyaknya jumlah ikan jantan dan betina. Total sampel ikan sepat rawa dalam penelitian ini menunjukkan nisbah kelamin hampir mendekati seimbang meskipun dari hasil analisis

khi kuadrat menyimpang dari perbandingan 1:1 (Tabel 2). Nisbah kelamin yang hampir seimbang pada total sampel ikan sepat rawa juga dilaporkan oleh Wahyudewantoro *et al.* (2021) di perairan mangrove Muara Angke Jakarta dan Ciperet Cilacap yang mendapatkan nisbah kelamin jantan : betina adalah 1:1.93 dan 1:1,69 berturut-turut. Menurut Effendie (2002) nisbah kelamin 1 jantan : 1 betina di alam merupakan kondisi ideal untuk mempertahankan spesies, akan tetapi pada kenyataannya perbandingan kelamin tersebut tidak mutlak. Kondisi ideal dari nisbah kelamin dapat menyimpang disebabkan oleh perbedaan tingkah laku, laju mortalitas dan pertumbuhan.

Nisbah kelamin ikan saat ikan matang gonad juga didapatkan tidak seimbang dan jumlah ikan betina lebih banyak daripada jantan dengan perbandingan 1 jantan : 2,48 betina (Tabel 4). Menurut Nugraha *et al.* (2017) nisbah kelamin yang hampir seimbang atau jumlah betina lebih dominan daripada jantan menandakan populasi ikan tersebut masih cukup baik untuk mempertahankan spesiesnya. Baroiller *et al.* (2009) mengatakan ada beberapa faktor lingkungan yang dapat memengaruhi ketidak seimbangan jenis kelamin pada ikan. Di antara faktor tersebut yang paling umum adalah suhu; sementara kepadatan, pH, dan kondisi hipoksia atau kekurangan oksigen, juga dapat memengaruhi nisbah kelamin. Selain itu, keseimbangan jenis kelamin juga dapat dipengaruhi oleh adanya perbedaan dalam fase laju

pertumbuhan pada masing-masing jenis kelamin.

Dalam penelitian ini faktor yang diduga penyebab banyaknya ikan betina daripada jantan adalah faktor kondisi perairan yang cukup baik. Hasil pengukuran suhu air berkisar 27,3-28,1°C, oksigen terlarut berkisar 3,9-4.7 mg^l⁻¹, pH cenderung ke arah netral adalah kondisi perairan yang cukup ideal bagi kehidupan ikan tersebut. Menurut Baroiller & Cotta (2001) dominasi jenis kelamin betina daripada jantan dapat terjadi dalam kondisi lingkungan perairan yang menguntungkan atau stabil, seperti suhu rendah dan pH netral, tetapi sebaliknya suhu yang tinggi dapat menginduksi gen 11 β -hidroksilase penghasil enzim androgen 11-oxigenase faktor penyebab berkembangnya sel kelamin jantan pada ikan.

Koefisien regresi hubungan panjang-bobot ikan jantan, betina dan total sampel didapatkan nilai "r" mendekati satu, yang mengindikasikan adanya hubungan yang sangat positif antara panjang dan bobot tubuh ikan, sehingga baik digunakan dalam penilaian stok ikan tersebut di perairan.

Pola pertumbuhan total sampel ikan sepat rawa dalam penelitian ini adalah allometrik negatif. Faktor utama penyebab pola pertumbuhan allometrik negatif ini karena bentuk tubuh sepat rawa yang kompres. Pola pertumbuhan allometrik negatif pada sepat rawa juga dilaporkan di wilayah geografi lain oleh Jumawan & Seronay (2017); Wahyudewantoro *et al.* (2021) dan pada sepat siam *T. pectoralis* oleh Ahmadi (2021). Selan-

jutnya Muchlisin *et al.* (2010) menyatakan hubungan panjang–bobot pada spesies ikan berkaitan dengan bentuk tubuh dari masing-masing spesies yang secara genetik diturunkan.

Selain bentuk tubuh, ikan sepat rawa adalah jenis ikan yang pergerakannya cenderung aktif sehingga energi yang digunakan cukup besar dan diduga juga dapat memengaruhi pola pertumbuhannya. Seperti yang dijelaskan oleh Meretsky *et al.* (2000) bahwa nilai “b” sangat berkaitan dengan pergerakan ikan dan penggunaan energi. Ikan yang pergerakannya pasif memiliki nilai “b” yang lebih tinggi dan sebaliknya ikan yang pergerakannya aktif umumnya memiliki nilai “b” yang lebih rendah.

Berdasarkan jenis kelamin pola pertumbuhan ikan sepat rawa betina adalah isometrik, sedangkan pada jantan allometrik negatif. Pola pertumbuhan yang isometrik pada ikan betina dipengaruhi oleh persentase ikan betina matang gonad jauh lebih banyak daripada ikan jantan (Tabel 2), sehingga mengakibatkan perbedaan bobot betina dari jantan. Menurut Pervin & Mortuza (2008) peningkatan koefisien pertumbuhan “b” dapat disebabkan oleh bertambahnya isi gonad dan meningkatnya nafsu makan ikan.

Faktor kondisi dapat memberikan informasi ketika membandingkan dua populasi yang hidup dalam makanan tertentu, kepadatan, iklim, menentukan periode kematangan gonad dan tingkat aktivitas makan suatu spesies. Rata-rata faktor kondisi relatif ikan sepat rawa dalam penelitian ini

lebih rendah dibandingkan dari laporan Aminah & Ahmadi (2018) yang mendapatkan nilai faktor kondisi 1,81 dari perairan Sungai Martapura Kalimantan Selatan. Hal ini mencerminkan secara kualitas kondisi perairan di Bendungan Lempake lebih rendah dibandingkan dengan perairan Sungai Martapura di Kalimantan Selatan, terutama dalam hal ketersediaan sumber makanan dan ruang. Menurut Arimoro & Meye 2007 variasi nilai faktor kondisi dapat dikaitkan dengan interaksi biologis yang melibatkan kompetisi antara individu pada makanan dan ruang, termasuk jenis kelamin, kepenuhan isi lambung, dan ketersediaan sumber makanan.

Rata-rata faktor kondisi ikan sepat rawa pada kedua jenis kelamin meningkat pada bulan April dan faktor kondisi ikan betina lebih baik daripada jantan (Gambar 8). Terjadinya peningkatan nilai faktor kondisi ikan sepat rawa pada bulan April tersebut berkaitan dengan siklus reproduksinya. Hasil pemeriksaan persentase ikan matang gonad (TKG IV) pada bulan April diperoleh persentase ikan matang gonad paling tinggi dibandingkan dengan bulan yang lainnya, yaitu 32,79% pada jantan dan 61,80% pada betina. Kumary & Raj (2016) juga menjelaskan fluktuasi faktor kondisi ikan berkaitan dengan siklus reproduksi, ritme makan, umur, jenis kelamin, keadaan fisiologis dan faktor fisika-kimia lingkungan.

Secara keseluruhan nilai rata-rata faktor kondisi relatif ikan sepat rawa di Bendungan Lempake lebih besar dari satu dan hidup dalam kondisi lingkungan perairan yang

cukup baik, maka dapat dikatakan bahwa kesehatan populasi ikan sepat rawa di Bendungan Lempake Kalimantan Timur juga tergolong cukup baik. Ujjania *et al.* (2012) menyatakan faktor kondisi yang lebih besar atau sama dengan satu adalah baik dan mencerminkan tingkat ketersediaan makanan dan lingkungan yang baik.

Simpulan

Hubungan panjang-bobot ikan sepat rawa dari Bendungan Lempake menunjukkan korelasi yang erat dan pola pertumbuhan yang allometrik negatif. Pola pertumbuhan dipengaruhi oleh bentuk tubuh, dan antar jenis kelamin dipengaruhi oleh tingkat kematangan gonad. Faktor kondisi tertinggi didapatkan pada bulan April. Populasi ikan sepat rawa masih tergolong sehat jika dilihat dari nilai faktor kondisi lebih besar dari satu dan kualitas air yang cukup baik. Hasil penelitian ini dapat berguna sebagai informasi ilmiah untuk menyusun strategi pengelolaan ikan sepat rawa di Bendungan Lempake.

Persantunan

Kami mengucapkan terimakasih kepada Dekan FMIPA Universitas Mulawarman, atas bantuan biaya penelitian melalui skim PNBK Fakultas MIPA tahun 2021. Ucapan terimakasih juga kami sampaikan kepada Kepala Laboratorium Biologi Dasar atas fasilitas laboratorium, kepada pak Rahman nelayan Bendungan Lempake yang telah banyak membantu dalam pengambilan

sampel di lapangan, selanjutnya kepada mahasiswa bimbingan Moli, Ira dan Amel yang banyak membantu dalam pengoleksian, pengukuran, pencatatan dan dokumentasi sampel di laboratorium.

Daftar Pustaka

- Ahmadi 2021. Morphometric characteristic and condition factor of Snakeskin gourami (*Trichogaster pectoralis*) from Sungai Batang Swamp, Indonesia. *Iranian Journal of Ichthyology*, 8(1): 19-29.
- Aminah S, Ahmadi. 2018. Experimental fishing with led light traps for three-spot gourami (*Trichogaster trichopterus*) in Martapura, Indonesia. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies* 6(1): 37-42.
- Arimoro FO, Meye JA. 2007. Some aspects of the biology of *Macrobrachium dux* (Lenz, 1910) (Crustacea: Decapoda: Natantia) in river Orogoro, Niger Delta, Nigeria. *Acta Biologica Colombiana* 12 (1): 111-122.
- Asadi H, Sattari M, Motalebi Y, Zamani-Faradonbeh M, Gheytsi A. 2017. Length-weight relationship and condition factor of seven fish species from Shahr Bijar River, Southern Caspian Sea basin, Iran. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 16(2): 733-741.
- Ath-Thar MHF, Dinar TS, Rudhy G. 2014. Performa reproduksi ikan sepat siam *Trichopodus pectoralis* Asal Sumatera, Jawa dan Kalimantan. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 4 (3): 201-210.
- Ath-Thar MHF, Prakoso VA. 2014. Performa pertumbuhan sepat rawa *Trichopodus trichopterus* (Pallas, 1770) asal Sumatera, Jawa dan Kalimantan. *Media Akuakultur*, 9(1):1-5
- Baroiller JF, D'Cotta H. 2001. Environment and sex determination in farmed fish. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 130(4): 399-40.

- Baroiller JF, D’Cotta H, Saillant E. 2009. Environmental effects on fish sex determination and differentiation. *Sexual Development*, 3:118-135.
- Cavalcanti MJ, Lopes PRD. 2017. Occurrence of the three spot gourami *Trichopodus trichopterus* (Actinopterygii: Osphronemidae) in Guanabara Bay, Southeastern Brazil. *Arquivos de Ciências do Mar*, 50(1): 185 – 192.
- Cheal M, Davis RE. 1974. sexual behavior: social and ecological influences in the Anabantoid fish, *Trichogaster trichopterus*. *Behavioral Biology*, 10(4): 435-445.
- Cole BC, Tamaru CS, Bailey R, Brown C. 1999. *A manual for commercial production of the gourami, Trichogaster trichopterus, a temporary paired spawner*. Center for Tropical and Subtropical Aquaculture, Publication 135, Hawaii.
- Cuadrado JT, Lim DS, Alcontin RMS, Calang JLL, Jumawan JC. 2019. Species composition and length-weight relationship of twelve fish species in the two lakes of Esperanza, Agusan del Sur, Philippines. *FishTaxa*, 4(1): 1-8.
- Effendie MI. 2002. *Biologi Perikanan*. Ed. rev. Yayasan Pustaka Nusatama, Yogyakarta. 163 hlm
- Froese R, 2006. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, 22(2006): 241-253
- Froese R, Pauly D (Editors). 2021. FishBase. World wide web electronic publication. www.fishbase.org, version (02/2021).
- Gupta BK, Sarkar UK, Bhardwaj SK. 2014. Reproductive biology of Indian Silurid catfish *Ompok pabda* in river Gomti. *Journal of Environmental Biology*. 35(2): 345 - 351.
- Herliwati, Rahman M. 2013. Tingkat kematangan gonad dan fekunditas ikan di kolam rawa Danau Bangkai pada musim kemarau. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 13(1):85-90.
- Hingabay VS, Kamantu HG, Protacio KJT, Lobredo GG, Torres MAJ, Requieron EA. 2016. Fluctuating asymmetry as a measure of developmental stability of three-spotted gourami, *Trichopodus trichopterus* (Pallas, 1770) in Lake Sebu, South Cotabato, Philippines. *AAFL Bioflux*, 9(2): 260-269.
- Jafaryan H, Sahandi J, Dorbadam, J.B. 2014. Growth and length-weight relationships of *Trichopodus trichopterus* (Pallas, 1770) fed a supplemented diet with different concentrations of probiotic. *Croatian Journal of Fisheries*, 72(3) : (118– 122).
- Jusmaldi, Hariani N. 2018. Hubungan panjang bobot dan faktor kondisi ikan wader bintik dua *Barbodes binotatus* (Valenciennes, 1842) di Sungai Berambai Samarinda, Kalimantan Timur. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 18(2): 87-101.
- Jusmaldi, Hariani N, Hendra M, Wulandari NA, Sarah. 2020 a. Some reproductive biology aspects of bonylip barb (*Osteochilus vittatus* Valenciennes, 1842) in the Waters of Benanga Reservoir, East Kalimantan. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 20 (3): 2017-233.
- Jusmaldi, Hariani N, Wulandari NA. 2020 b. Hubungan panjang bobot dan faktor kondisi ikan nilam (*Osteochilus vittatus* Valenciennes, 1842) di perairan waduk Benanga, Kalimantan Timur. *Berita Biologi*, 19(2): 127-139.
- Jumawan JC, Seronay RA 2017. Length-weight relationships of fishes in eight floodplain Lakes of Agusan Marsh, Philippines. *Philippine Journal of Science*, 146(1): 95-99.
- Jones, CM. 2002. Age and growth. In Fuiman, LA. & Werner, RG (editor). *Fishery Science - The Unique Contributions of Early Life Stages*. Blackwell Science Ltd. Oxford. 336 p.

- Kachari A, Abujam S, Das DN. 2017. Length-weight relationship (lwr) and condition factor of *Amblyceps apangi* Nath & Dey from Arunachal Pradesh, India. *Journal of Aquaculture Engineering and Fisheries Research*, 3(3): 97–107.
- Kumary KSA & Raj S. 2016. Length-weight relationship and condition of climbing perch *Anabas testudineus* Bloch population in Kuttanad, Kerala. *International Journal of Advanced Research in Biological Sciences*, 3(9): 21-26.
- Kottelat M, Whitten AJ, Kartikasari SN, Wirdjoatmodjo S. 1993. *Freshwater fishes of western Indonesia and Sulawesi*. Periplus editions in collaboration with the Environmental Management Development in Indonesia (EMDI) Project, Ministry of State for Population and Environment Republic of Indonesia. Jakarta. 291 p.
- Le Cren ED. 1951. The length-weight relationship & seasonal cycle in gonad weight & condition in perch (*Perca fluviatilis*). *Journal Animal Ecology*, 20: 201-219.
- Li RY, Gelwick FP. 2005. The relationship of environmental factors to spatial and temporal variation of fish assemblages in a floodplain river in Texas USA. *Ecology of Freshwater Fish*, 14(4): 319–330.
- Malgundkar PP, Pawase AS, Tibile RM, Dey SS, Shelke AT. 2019. Effect of vitamin C on egg hatching and spawn survival of blue gourami. *Trichopodus Trichopterus* (Pallas, 1770), *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 7(1): 72-74.
- Meretsky VJ, Valdez RA, Douglas ME, Brouder MJ, Gorman OT, Marsh PC. 2000. Spatiotemporal variation in length-weight relationships of endangered humpback chub: Implications for conservation and management. *Transactions of the American Fisheries Society*, 129(2): 419–428.
- Muchlisin ZA, Musman M, Siti Azizah MN. 2010. Length-weight relationships and condition factors of two threatened fishes, *Rasbora tawarensis* and *Poropuntius tawarensis*, endemic to Lake Laut Tawar, Aceh Province, Indonesia. *Journal of Applied Ichthyology*, 26 (2010): 949-953.
- Murjani A. 2011. Budidaya beberapa varietas ikan sepat rawa (*Trichogaster Trichopterus* Pall) dengan pemberian pakan komersial. *Fish Scientiae*, 1(2): 214-232.
- Nugraha MR, Solichin A, Hendrarto B. 2017. Aspek reproduksi ikan wader ijo (*Osteochilus hasselti*) di Danau Rawapening Ambarawa, Kabupaten Semarang. *Journal of Maquares*, 6 (1): 77-86.
- Pervin MR, Mortuza MG. 2008. Notes on length-weight relationship and condition factor of fresh water fish, *Labeo boga* (Hamilton) (Cypriniformes: Cyprinidae). *University Journal of Zoology Rajshahi University*. 27: 97-98
- Setiawan Y, Setyaningrum T, Waryati. 2017. Prediksi laju erosi menggunakan sistem informasi geografis (SIG) di daerah Waduk Benanga Lempake Kota Samarinda, Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 1(1): 36-44.
- Steel RGD & Torrie JH. 1993. *Prinsip dan Prosedur Statistik*. Terjemahan Bambang Sumantri. PT Gramedia, Jakarta (ID). 748 hlm.
- Sriwongpuk S. 2017. Species and characterization of the parasites in the three spot gourami (*Trichogaster trichopterus*). *International Journal of GEOMATE*. 13(40): 29-34.
- Ujjania NC, Kohli MPS, Sharma LL. 2012. Length-weight relationship and condition factors of Indian major carps (*C. catla*, *L. rohita* and *C.mrigala*) in Mahi Bajaj Sagar, India.

- Research Journal of Biology*, 2 (1): 30-36
- Wahyudewantoro G, Haryono, Sulistiono, Dina R. 2021. Growth pattern, condition factor and reproductive aspects of three spot gourami *Trichopodus trichopterus* (Pallas, 1770) in mangrove waters of Muara Angke Jakarta and Ciperet Cilacap, Indonesia. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 744 (2021) 012095.
- Widayanti DS, Zaman K, Wahyudi E. 2017. Kajian kondisi biofisik daerah tangkapan air potensi dan pemanfaatan Waduk Benanga di Wilayah Kota Samarinda. In: Syahza A, Suwondo, Bahrudin, Darmadi (Editor): *Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Secara Terpadu. Implementasi Pengendalian Kerusakan Daerah Tangkapan Air Sebagai Upaya Pengendalian Dan Pengelolaan Ekosistem*. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Riau. Pekanbaru. pp:149 – 162.
- Yustina, Arnentis. 2002. Aspek reproduksi ikan kapiék (*Puntius schwanefeldi* Bleeker) di Sungai Rangau – Riau, Sumatra. *Jurnal Matematika dan Sains*, 7(1): 5-14

Optimasi reproduksi ikan padi endemik Sulawesi Tenggara *Oryzias woworae* Parenti & Hadiaty, 2010 melalui nisbah kelamin pemijahan berbeda

[Optimization of reproduction of ricefish endemic to Southeast Sulawesi *Oryzias woworae* Parenti & Hadiaty, 2010 through different sex ratios in spawning]

Mohamad Ayip Firmansyah¹, Mustahal^{1,2}, Mas Bayu Syamsunarno^{1,2}, Muh. Herjayanto^{1,2}✉

¹Program Studi Ilmu Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Jl. Raya Palka Km. 3 Sindang Sari, Pabuaran, Serang, 42163, Indonesia.

²Laboratorium Budidaya Perairan, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Jl. Raya Jakarta Km. 4 Panancangan, Cipocok Jaya, Serang, 42122, Indonesia

Surel: ayif.firmansyah@gmail.com, mustahal13@gmail.com, masbayusy@untirta.ac.id

Diterima: 14 Juli 2021; Disetujui: 15 Oktober 2021

Abstrak

Oryzias woworae memiliki warna indah dan telah diperjualbelikan sebagai ikan hias. Spesies ini merupakan jenis ikan padi endemik dari Pulau Muna, Sulawesi Tenggara yang statusnya terancam punah. Informasi mengenai nisbah kelamin pemijahan optimal pada ikan *O. woworae* belum diketahui. Tujuan penelitian ini untuk mengkaji optimasi reproduksi berdasarkan nisbah kelamin induk jantan : betina *O. woworae* yang terlibat dalam pemijahan. Perlakuan nisbah kelamin pemijahan induk jantan ♂ : betina ♀ yang digunakan yaitu 1:1, 1:2, 1:3, dan 1:4. Induk jantan dan betina yang digunakan mempunyai panjang total yaitu $3,1 \pm 0,5$ cm dan $2,5 \pm 0,5$ cm. Setelah diadaptasikan, induk *O. woworae* dimasukkan ke dalam akuarium sesuai dengan perlakuan dan setiap wadahnya telah berisi tiga substrat pemijahan. Pemanenan telur pada substrat dilakukan setiap hari pada pagi dan sore hari. Hasil penelitian menunjukkan pemijahan ikan *O. woworae* dengan nisbah 1♂ : 4♀ menghasilkan jumlah telur yang terendah dan berbeda nyata dengan nisbah 1♂ : 1♀ dan 1♂ : 2♀ ($P < 0,05$). Penetasan tertinggi terdapat pada nisbah 1♂ : 3♀ yaitu 55% namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya ($P > 0,05$). Perbedaan nisbah kelamin jantan dan betina tidak memengaruhi sintasan larva *O. woworae* ($P > 0,05$), dengan nilai berkisar antara 91,9-100%. Jumlah larva dihasilkan tertinggi terdapat pada nisbah pemijahan 1♂ : 3♀ dengan 37 ekor larva namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya ($P > 0,05$). Nilai kualitas air selama penelitian yaitu suhu 26,5-31°C, pH 5,5-8,8, dan oksigen terlarut 5,3-6,0 mg L⁻¹. Pemijahan ikan *O. woworae* dapat dioptimalkan dengan perbandingan jantan dan betina sebesar 1:3.

Kata penting: ikan endemik, ikan hias, optimasi pemijahan, *Oryzias woworae*, nisbah kelamin.

Abstract

Oryzias woworae has a beautiful color and has been traded as ornamental fish. This species is an endemic ricefish from Muna Island, Southeast Sulawesi, and is threatened with endangered status. Information on the optimal spawning sex ratio in *O. woworae* is unknown. This study aimed was to examine the optimization of reproduction based on the sex ratio of male: female broodstock *O. woworae* involved in spawning. The sex ratio of male: female spawning broodstock used were 1:1, 1:2, 1:3, and 1:4. The male and female brooders used had a total length of $3,1 \pm 0,5$ cm and $2,5 \pm 0,5$ cm. After adaptation, the broodstock of *O. woworae* was put into aquariums according to the treatment, and each container contained three spawning substrates. The harvesting of eggs on the substrate is carried out two times a day. The results showed that spawning *O. woworae* with a ratio of 1♂ : 4♀ produced the lowest number of eggs and was significantly different with ratios of 1♂ : 1♀ and 1♂ : 2♀ ($P < 0,05$). The ratio of 1♂ : 3♀ gave the highest egg hatching of 55% but was not significantly different from other treatments ($P > 0,05$). The difference in male and female ratios did not affect the survival rate of *O. woworae* larvae ($P > 0,05$), with values from 91,9-100%. The highest larvae produced was found in the spawning ratio of 1♂ : 3♀ with 37 larvae but not significantly different from other treatments ($P > 0,05$). The water quality values during the study were

temperature 26,5-31°C, pH 5,5-8,8, and dissolved oxygen 5,3-6,0 mg L⁻¹. *O. woworae* broodstock spawning can be optimized with a male to female ratio of 1:3.

Keywords: endemic fish, optimum spawning, ornamental fish, *Oryzias woworae*, sex ratio.

✉ Penulis korespondensi

Alamat surel: herjayanto@untirta.ac.id

Pendahuluan

Famili ikan padi (*ricefishes*) atau Adrianichthyidae terdokumentasi dengan baik di Pulau Sulawesi. Jumlah spesies ikan padi endemik di Sulawesi adalah 20 spesies, yaitu 16 spesies *Oryzias* (Mandagi *et al.* 2018) dan empat spesies *Adrianichthys* (Parenti & Soeroto 2004). Hal ini menjadikan Sulawesi sebagai pusat keanekaragaman hayati untuk Adrianichthyidae (Mokodongan & Yamahira 2015). Salah satu spesies *Oryzias* yang memiliki warna indah adalah *Oryzias woworae*. Spesies ini merupakan jenis ikan padi endemik di perairan tawar Pulau Muna, Sulawesi Tenggara (Parenti & Hadiaty 2010).

Oryzias woworae telah diperdagangkan sebagai ikan hias di pasar lokal maupun internasional. Berdasarkan hasil observasi, harga individu ikan ini di pasar lokal yaitu Rp. 8.000,00-14.000,00 per ekor, sedangkan harga di pasar internasional mencapai 10 kali lipat dari harga di pasar lokal. Potensi ekonomi tersebut, belum didukung upaya budidaya untuk produksinya. Penelitian yang telah dilakukan pada ikan ini yaitu mengenai deskripsi spesies (Parenti & Hadiaty 2010), lokasi persebarannya di Pulau Muna (Yamahira *et al.* 2016), studi fisiologi pada salinitas berbeda (Juo *et al.* 2016), tingkah laku pemijahan (Sumarto *et al.* 2021),

embriogenesis pada salinitas berbeda (Agatha *et al.* 2021), dan pengaruh suhu inkubasi terhadap daya tetas telur (Nafiyanti *et al.* 2021).

Pengadaan ikan *O. woworae* masih mengandalkan hasil tangkapan alam. Hal ini menjadi salah satu penyebab penurunan populasinya di alam (Mokodongan 2019). Karena itu, penelitian budidaya *O. woworae* perlu dilakukan untuk mendukung produksi sebagai komoditas ikan hias dan konservasinya. Salah satu aspek penting keberhasilan budidaya ikan adalah pengetahuan terhadap reproduksinya secara terkontrol. Faktor yang berperan dalam keberhasilan pemijahan salah satunya adalah jumlah induk ikan jantan dan betina yang terlibat dalam pemijahan (Rahardjo *et al.* 2011).

Tiap spesies ikan memiliki nisbah kelamin jantan (♂) : betina (♀) optimal yang berbeda untuk pemijahan (Herjayanto *et al.* 2016). Pemijahan alami dua spesies *Oryzias* endemik Sulawesi menggunakan nisbah kelamin pemijahan 1♂ : 1♀ untuk *O. Doping-dopingensis* (Mandagi *et al.* 2018) dan *O. soerotoi* (Mokodongan *et al.* 2014). Pada spesies non-endemik Sulawesi dilaporkan nisbah pemijahan yaitu, 1♂ : 2♀ pada *O. javanicus* (Imai *et al.* 2005), dan 1♂ : 1♀ pada *O. latipes* (Dasmahapatra *et al.* 2020).

Pengetahuan terhadap nisbah kelamin dapat dimanfaatkan untuk pengelolaan induk yang tepat dalam sistem budidaya, sehingga efisien pada penggunaan induk (Herjayanto *et al.* 2016). Selain itu, informasi ini juga penting untuk memperoleh pemijahan yang optimal yaitu berkaitan erat dengan performa reproduksi seperti jumlah larva ikan yang dihasilkan (Kadarini *et al.* 2015). Sampai saat ini belum ada informasi nisbah kelamin induk ikan padi *O. woworae* yang optimal pada proses pemijahan, sehingga penelitian ini perlu dilakukan. Berdasarkan hal tersebut, maka tujuan penelitian ini untuk mengkaji optimasi reproduksi melalui pengamatan jumlah total telur, tingkat penetasan telur, sintasan dan jumlah total larva berdasarkan nisbah kelamin induk jantan : betina *O. woworae*.

Bahan dan metode

Waktu dan lokasi penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari sampai Maret 2021. Pemeliharaan dan pemijahan ikan *O. woworae* dilakukan di Laboratorium Budidaya Perairan, Program Studi Ilmu Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

Bahan dan alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *O. woworae* dewasa, larutan *metylene blue*, garam ikan, dan *artemia polar red* yang memiliki kandungan 58% protein, 10,5% lemak, 2,2% serat, 7,3% kadar abu, dan Vitamin (A, D3, E, dan C).

Alat yang digunakan yaitu pH-meter (merk *Mediatech*), *Dissolved Oxygen*-meter (merk *Lutron*), termometer digital dan raksa (merk *Dr Gray*), akuarium, kamera, toples, unit sistem aerasi, cawan petri, tali rafia, dan seser ikan.

Aklimatisasi dan persiapan induk

Penelitian menggunakan induk ikan jantan dengan ukuran panjang $3,1 \pm 0,5$ cm dan bobot $0,42 \pm 0,1$ g, sedangkan induk ikan betina yang digunakan dengan ukuran panjang $2,5 \pm 0,5$ cm dan bobot $0,29 \pm 0,1$ g. Menurut Juo *et al.* (2016), induk ikan *O. woworae* yang sudah dewasa dan siap dipijahkan berukuran 2,5 cm. Ikan jantan memiliki warna cerah, berenang lincah, sedangkan ikan betina memiliki bentuk perut yang lebih besar dan warna lebih dominan kuning pada ujung sirip (Yamahira *et al.* 2016). Induk *O. woworae* diperoleh dari penjual ikan hias di Depok, Jawa Barat.

Induk ikan terlebih dahulu diaklimatisasi ke dalam dua buah akuarium berukuran 60 x 30 x 30 cm³ yang telah diisi air sebanyak 30 L. Sebelum digunakan, akuarium tersebut telah dicuci menggunakan *methylene blue* untuk menghindari serangan jamur dan bakteri lalu dikeringkan. Induk jantan dan betina dipelihara dalam akuarium berbeda selama tujuh hari. Selama proses pemeliharaan induk, ikan diberi pakan artemia *polar red* secara *at satiation* dengan frekuensi pemberian pakan dua kali sehari (Juo *et al.* 2016). Induk *O. woworae* setelah diadaptasikan dan dipilih yang siap memijah untuk digunakan pada penelitian sesuai dengan perlakuan dan ulangan dalam rancangan percobaan. Perlakuan yang digunakan yaitu perbandingan nisbah kelamin induk ikan jantan (♂) dan betina (♀), yaitu nisbah 1♂ : 1♀, 1♂ : 2♀, 1♂ : 3♀, dan 1♂ : 4♀. Tiap perlakuan tersebut diulang sebanyak tiga kali sehingga terdapat 12 unit satuan percobaan.

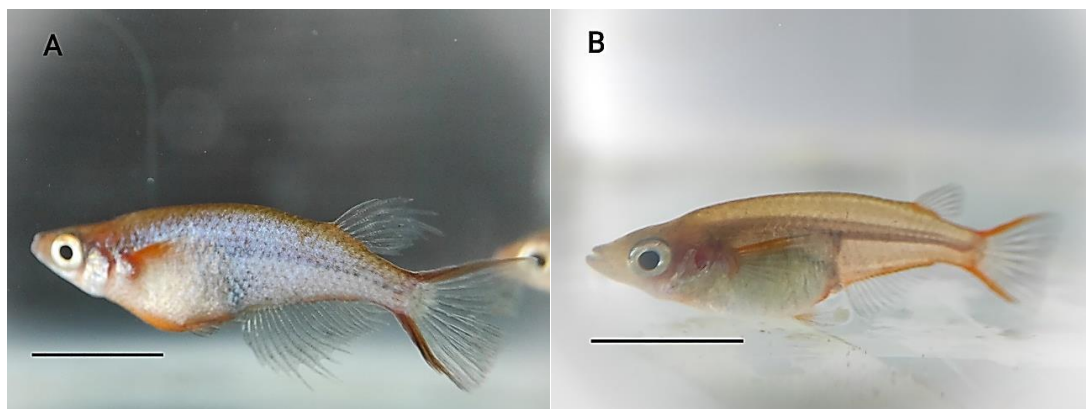
Persiapan substrat pemijahan

Substrat pemijahan menggunakan tali rafia berwarna hitam. Rafia dipotong sepan-

jang 8 cm dan dihaluskan sehingga menyerupai akar tanaman air. Penggunaan substrat buatan lebih efisien karena dapat digunakan berulang kali, mudah dibersihkan, serta tidak mengotori wadah pemijahan dan wadah penetasan telur (Herjayanto *et al.* 2016). Tali rafia yang telah dihaluskan dan menyerupai akar tanaman, selanjutnya dibersihkan dan dicuci dengan *methylene blue* untuk menghindari jamur dan bakteri patogen.

Pemijahan ikan

Proses pemijahan dimulai dengan memasukkan induk *O. woworae* berdasarkan perlakuan penelitian. Wadah pemijahan berupa akuarium berukuran 30 x 30 x 30 cm³ dicuci bersih dengan menggunakan *methylene blue*, lalu diisi air dengan volume 14 L. Setiap akuarium disimpan substrat dengan jumlahnya setiap wadah adalah 3 buah. Substrat tersebut diikat menjadi satu kelompok dan diletakkan di dalam air pada salah satu sudut wadah pemijahan. Substrat pemijahan diletakkan pada malam hari pukul 21:00 WIB dan diletakkan di pojok kanan tiap akuarium percobaan.



Gambar 1 Induk ikan *Oryzias woworae* jantan (A) dan betina (B). Skala garis: 1 cm

Pemanenan telur pada substrat dilakukan setiap hari yaitu pada siang dan sore hari yang bertujuan menghindari sifat kanibalisme induk yang memakan telur. Koleksi telur pada substrat dilakukan dengan menghitung jumlah telur yang menempel pada substrat secara visual dengan indra penglihatan. Koleksi telur dihitung setiap hari selama 10 hari pemijahan. Jumlah telur yang dihasilkan induk selama proses pemijahan dihitung dan dikoleksi dan dipersentasikan jumlahnya per induk betina. Telur yang telah dihitung dan masih menempel pada substrat kemudian diinkubasi pada wadah inkubasi pada toples berukuran 450 ml. Manajemen kualitas air pada wadah pemijahan dilakukan dengan feses disifon setiap hari dan dilakukan penggantian air pada hari ke-3 sebanyak 30%, pada hari ke-5 sebanyak 50% dan pada hari ke-8 sebanyak 30%.

Parameter tingkat penetasan telur (TPT) dilakukan dengan mengamati telur setelah dikoleksi dari wadah pemijahan. Telur diinkubasi selama 14 hari hingga tidak ditemukan kembali telur yang menetas setelah dua hari berturut-turut. Inkubasi telur dilakukan tanpa diberi aerasi dan diinkubasi sampai menetas. Selain itu diamati juga lamanya waktu penetasan telur per hari penetasan.

Pengamatan selanjutnya pada sintasan larva dilakukan dengan cara menentukan sintasan larva yang berumur lima hari. Setelah menetas, larva tetap dipelihara di dalam wadah yang sama dengan wadah inkubasi telur. Selama pemeliharaan larva tidak diberi pakan untuk mengetahui performa dan kualiti-

tasnya. Sintasan larva diamati ketika telur menetas seluruhnya dan tidak lagi ditemukan telur yang menetas selama dua hari berturut-turut. Setelah itu ditentukan total jumlah larva yang dihasilkan.

Parameter kualitas air yang diukur adalah suhu, pH, dan oksigen terlarut. Suhu diukur setiap hari dengan menggunakan termometer. Pengukuran pH dilakukan pada awal, tengah, dan akhir penelitian menggunakan pH-meter. Pengukuran oksigen terlarut dilakukan pada awal, tengah dan akhir penelitian menggunakan alat ukur *Dissolved Oxygen*-meter. Kualitas air di wadah inkubasi telur dan pemeliharaan larva dilakukan pengukuran suhu, pH, dan oksigen terlarut pada awal dan akhir penelitian.

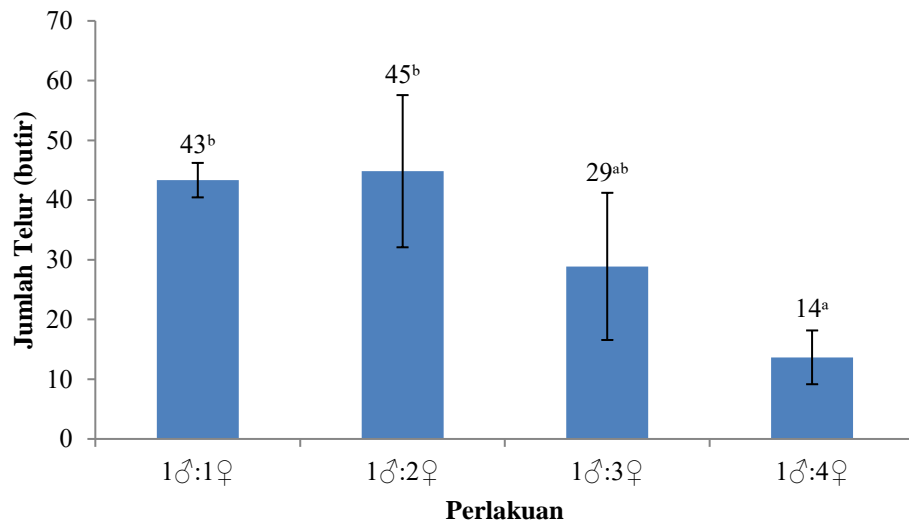
Analisis data

Data jumlah telur, tingkat penetasan telur (TPT) dan sintasan larva umur lima hari setelah menetas dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) berdasarkan model rancangan acak lengkap (RAL) dengan selang kepercayaan 95%. Apabila terdapat pengaruh, dilakukan uji lanjut untuk mengetahui perlakuan terbaik menggunakan uji Tukey ($\alpha = 0,05$). Data jumlah total telur yang dihasilkan per induk betina dianalisis secara deskriptif. Hasil data kualitas air dianalisis secara deskriptif mengacu pada kualitas air yang optimal untuk pemeliharaan ikan *Oryzias*.

Hasil*Jumlah telur*

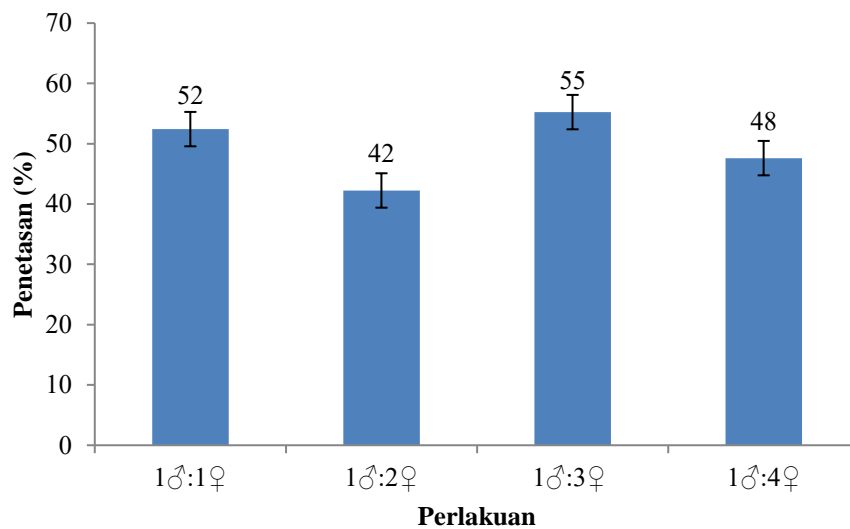
Berdasarkan hasil analisis setiap induk betina menghasilkan jumlah telur yang berbeda pada tiap perlakuan (Gambar 2). Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan masing-masing perlakuan perbedaan nisbah kelamin induk berpengaruh nyata terhadap jumlah telur dihasilkan ($P < 0,05$). Hal ini dilihat dari jumlah telur lebih banyak diperoleh pada perlakuan $1♂ : 2♀$. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan $1♂ :$

$1♀$ dan $1♂ : 2♀$ diikuti notasi huruf yang sama, sedangkan perlakuan $1♂ : 4♀$ diketahui berbeda nyata pada kedua perlakuan tersebut. Hasil yang tidak berbeda dari perlakuan $1♂ : 1♀$ dan $1♂ : 2♀$ didapat juga pada perlakuan $1♂ : 3♀$. Hal ini menunjukkan bahwa nisbah induk ikan *O. woworae* dalam menghasilkan telur yang optimal untuk pemijahan yaitu dengan perbandingan induk jantan dengan betina $1♂ : 1♀$, $1♂ : 2♀$, dan $1♂ : 3♀$.



Keterangan: huruf tika atas yang berbeda pada angka menunjukkan berbeda nyata pada taraf $\alpha = 0,05$.

Gambar 2 Hasil jumlah telur per induk betina selama 10 hari pemijahan.



Gambar 3 Persentase tingkat penetasan telur selama inkubasi suhu $29\pm 2^\circ\text{C}$.

Tingkat penetasan telur

Tingkat penetasan telur sangat erat hubungannya dengan kemampuan sperma jantan dalam membuahi telur yang dihasilkan betina. Berdasarkan hasil pengamatan, penetasan dimulai pada hari ke-8 setelah telur dikoleksi. Hasil analisis ragam (ANOVA)

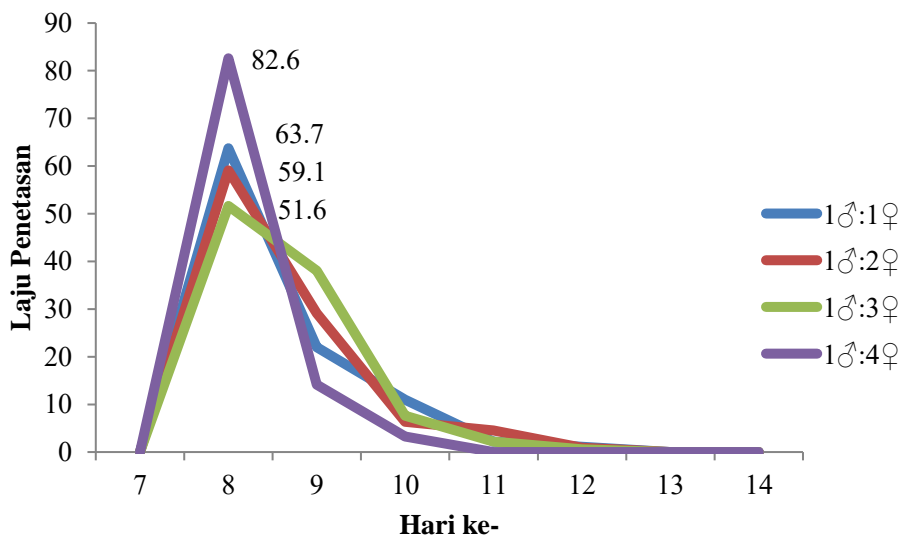
menunjukkan perlakuan perbedaan nisbah kelamin induk tidak berpengaruh nyata terhadap laju penetasan telur *O. woworae* ($P > 0,05$) (Gambar 3).

Lama waktu penetasan telur ikan *O. woworae* ditampilkan dalam grafik per hari selama proses inkubasi penetasan (Gam-

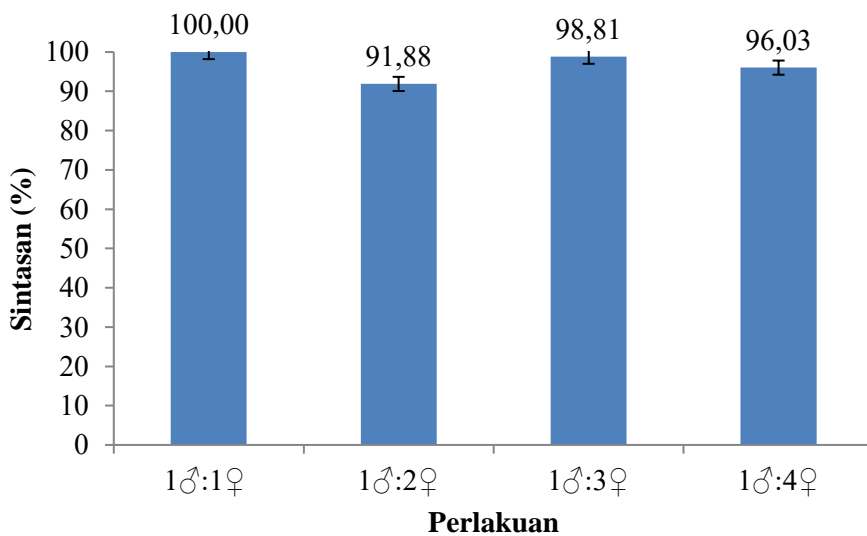
bar 4). Lamanya waktu tingkat penetasan telur per hari penetasan menunjukkan puncak penetasan terjadi pada hari ke-8 setelah telur dipijahkan. Penetasan terus berlanjut hingga hari ke-12 dan pada hari ke-13 masa inkubasi tidak ditemukan telur yang menetas.

Sintasan larva

Sintasan larva umur lima hari *O. Woworae* tersaji pada Gambar 5. Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan perbedaan nisbah kelamin induk masing-masing perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap persentase sintasan larva *O. woworae* ($P>0,05$). Hal ini dapat dilihat pada nilai persentase sintasan yang tinggi pada tiap



Gambar 4 Persentase laju tingkat penetasan telur per hari masa inkubasi (suhu 29 ± 2 °C).



Gambar 5 Persentase sintasan larva umur lima hari setelah menetas.

perlakuan, dengan persentasenya antara 91,9-100%.

Jumlah total larva yang dihasilkan masing-masing perlakuan berbeda signifikan (Gambar 6). Larva yang dihasilkan per induk betina diperoleh hasil terbaik pada perlakuan 1♂ : 3♀, dan terendah pada perlakuan 1♂ : 4♀. Total jumlah larva yang dihasilkan pada perlakuan 1♂ : 3♀ mencapai empat kali lipat dibandingkan dengan 1♂ : 4♀.

Kualitas air

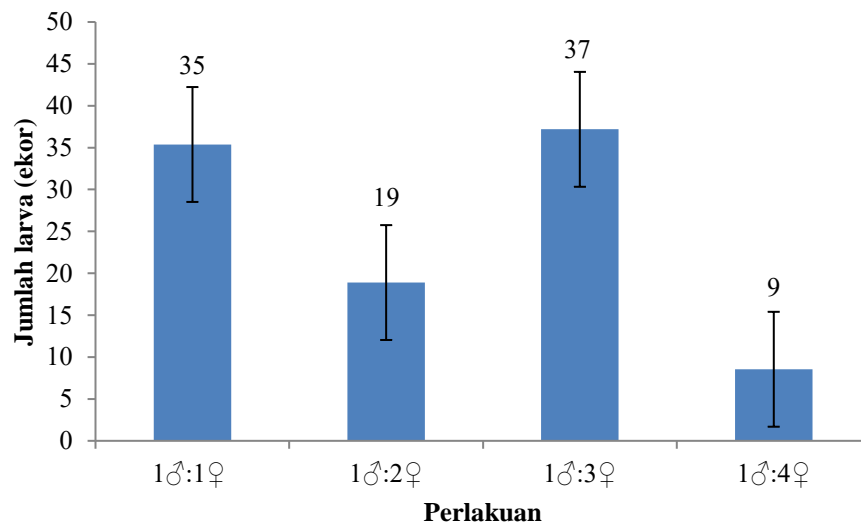
Hasil pengukuran kualitas air suhu, pH, dan oksigen terlarut memperlihatkan fluktuasi relatif optimal. Hasil pengukuran kualitas air pada suhu berkisar 26,5-31°C, pH

yaitu 7,5-8,8, dan oksigen terlarut berkisar 5,3-6,0 mg L⁻¹ (Tabel 1).

Pembahasan

Jumlah telur

Proses pemijahan ikan *O. woworae* berlangsung setiap hari. Hal ini dapat diketahui dari koleksi telur yang didapatkan setiap harinya selama 10 hari pemijahan. Proses pemijahan tersebut hampir sama dengan ikan medaka yang dapat terjadi sepanjang hari dan menghasilkan ukuran telur yang besar (Magtoon & Termvidchakorn 2009). Hal ini dikarenakan ikan *Oryzias* melakukan pemijahan terjadi sebagian demi sebagian (pemijahan bertahap).



Gambar 6 Total jumlah larva yang dihasilkan per induk betina.

Tabel 1 Hasil pengukuran kualitas air

Parameter	Wadah		
	Pemijahan	Inkubasi telur	Larva
Suhu (°C)	26,5 - 31	28 - 31	28 - 30,5
pH	7,8 - 8,5	7,7 - 8,8	7,5 - 8,6
Oksigen terlarut (mg L ⁻¹)	5,4 - 6,0	5,3 - 5,9	5,3 - 6,0

Jumlah telur pada tiap perlakuan dinilai masih rendah jika dibandingkan pada hasil pemijahan dari ikan *O. latipes*. Menurut OECD (2015), telur yang dihasilkan induk betina rata-rata 20 telur per hari pemijahan. Yan *et al.* (2020) melaporkan jumlah telur yang dihasilkan oleh pemijahan dengan tiga pasang induk pada ikan *O. melastigma* selama seminggu menghasilkan jumlah telur 172 butir. Dapat diartikan pada satu induk betina dalam seminggu pemijahan ikan *O. Melastigma* menghasilkan telur berjumlah berkisar 57 butir. Herjayanto *et al.* (2020) menambahkan selama pemijahan 16 hari ikan, *O. javanicus* menghasilkan jumlah telur yang mencapai 80 butir.

Salah satu faktor mengenai jumlah telur yang dihasilkan yaitu kualitas pakan. Diketahui bahwa *Oryzias* umumnya memakan insekta kecil, fitoplankton, dan zooplankton (Parenti & Hadiaty 2010; Parenti *et al.* 2013; Gani *et al.* 2015). Penelitian ini menggunakan pakan berupa artemia *polar red*, yang merupakan salah satu jenis zooplankton. Pemberian pakan dengan artemia pada penelitian ini dinilai tidak memengaruhi rendahnya jumlah telur yang dikeluarkan induk betina dikarenakan artemia adalah salah satu pakan yang cukup baik untuk ikan *Oryzias*. Salah satu pakan yang ideal untuk ikan *O. latipes* dan *O. melastigma* yaitu artemia (Ye *et al.* 2012).

Semakin banyak jumlah induk betina dalam proses pemijahan belum tentu berjalan optimal. Hal ini terlihat pada perlakuan 1♂ : 4♀, ikan jantan kurang optimal dalam

pemijahan jika lebih dari 3 betina. Kurang optimalnya ikan jantan pada perlakuan tersebut diduga berkaitan erat pada proses sinkronasi upaya menghindari pembuangan energi berlebih oleh induk jantan. Induk jantan sanggup melakukan pemijahan setiap hari, namun setiap induk memiliki kapasitasnya untuk melakukan pemijahan pada beberapa betina saja. Sesuai dengan pernyataan Sjafei (1992) bahwa strategi dalam tingkah laku memijah ikan yaitu dengan melakukan pemilihan pemasangan jantan dan betina yang tepat sehingga pembuangan energi yang berlebih saat reproduksi dapat dihindari.

Telur yang dikeluarkan induk betina *O. woworae* berukuran antara $1,3 \pm 0,2$ mm, dengan panjang tubuh betina ikan *O. woworae* berkisar $2,5 \pm 0,5$ cm. Telur tersebut merupakan telur yang cukup besar mengingat tubuh induk betina hanya berukuran 2,5 cm. Diameter telur yang cukup besar ini diduga merupakan faktor dari jumlah telur yang dihasilkan ikan *O. woworae* selama penelitian ini. Ukuran tersebut lebih rendah dibandingkan telur yang dihasilkan oleh *Oryzias* lainnya seperti *O. latipes* (OECD 2015) dan *O. melastigma* (Yan *et al.* 2020). Ikan yang memiliki diameter telur yang lebih besar cenderung memiliki fekunditas rendah (Eragradhini 2020).

Tingkat penetasan telur

Tingkat penetasan telur selama proses pemijahan tidak berbeda nyata dan menunjukkan bahwa sperma dari seekor jantan

masih sanggup untuk membuahi dua sampai dengan empat betina sekaligus (Nafiyanti *et al.* 2021). Hal ini didukung pada penggunaan nisbah ikan jantan dengan betina pada pemijahan massal ikan *O. woworae* dengan perbandingan 1♂ : 2♀ (Agatha *et al.* 2021) dengan tingkat rata-rata penetasan adalah 100%. Penggunaan nisbah pemijahan lebih dari satu betina ini mengindikasikan bahwa seekor jantan masih optimal dalam membuahi telur dari dua betina ikan *O. woworae*. Pada pemijahan massal *O. javanicus* dengan nisbah 1♂ : 2♀ dapat menghasilkan persentase penetasan telur mencapai 85% (Herjayanto *et al.* 2019).

Persentase hasil tingkat penetasan telur pada penelitian ini dinilai masih rendah, dibandingkan dengan persentase penetasan *O. woworae* pada penelitian sebelumnya yang telah dilaporkan menunjukkan persentase penetasan 80-100 % dengan suhu inkubasi 29-30°C (Agatha *et al.* 2021). Selain itu pada tingkat penetasan dengan perbedaan suhu pada telur *O. woworae* menghasilkan tingkat penetasan telur yang berbeda. Suhu optimal penetasan terjadi pada suhu 28-32°C dengan persentase penetasan telur mencapai 86-100 %, dan pada suhu inkubasi 24-26°C hanya berkisar 50-60 % (Nafiyanti *et al.* 2021). Penelitian lainnya pada spesies *Oryzias* yang telah dilaporkan, rata-rata persentase tingkat penetasan pada *O. latipes* mencapai >80 % dengan suhu inkubasi 26°C (OECD 2015). Pada penelitian ini suhu inkubasi berkisar antara 26-31°C. Fluktuasi suhu yang tinggi ini diduga menjadi salah

satu faktor rendahnya tingkat penetasan telur pada penelitian ini.

Perbandingan nisbah kelamin yang tepat mengakibatkan proses fertilisasi terjadi optimal, dikarenakan jumlah sel telur yang mampu terbuahi oleh sel sperma. Proses pembuahan selain dari keberhasilan proses pemijahan juga terkait dengan kemampuan jumlah nisbah kelamin pasangan (Prayogo 2011). Proses fertilisasi dan pembuahan yang optimal ini erat hubungannya dengan tingkat penetasan telur. Penetasan merupakan kemampuan telur yang telah dibuahi oleh sperma untuk menetas (Burmansyah *et al.* 2013). Telur yang tidak terbuahi dan tidak terfertilisasi secara optimal akan terbuang dan busuk.

Rendahnya persentase tingkat penetasan telur pada penelitian ini diduga berasal dari faktor eksternal seperti parasit. Hal ini dapat diketahui ketika selama masa inkubasi terdapat jamur yang menempel pada beberapa telur. Selaras dengan pernyataan Prayogo (2011) bahwa salah satu faktor lingkungan terkait penurunan kualitas air media yaitu akibat adanya telur tidak menetas yang akan menyebabkan berkembangnya bakteri dan jamur, sehingga berakibat terganggunya proses penetasan telur yang lainnya. Telur ikan rawan akan serangan jamur seperti *Aspergillus*, *Penicillium*, dan *Saprolegnia* (Kusdarwati *et al.* 2016).

Lama waktu inkubasi penetasan telur ikan *O. woworae* hasil penelitian tidak berbeda jauh dengan ikan *Oryzias* lainnya. Ikan medaka atau *O. latipes* dilaporkan membu-

tuhkan waktu penetasan 8-10 hari dengan suhu inkubasi 26°C (Kinoshita *et al.* 2009). Selain itu waktu penetasan *O. woworae* tidak berbeda jauh dengan *O. javanicus*, yaitu memakan waktu 9-11 hari (Puspitasari & Suratno 2017). *Oryzias* endemik Sulawesi yang telah dilaporkan yaitu pada *O. eversi* dengan masa inkubasi penetasan mencapai 18-19 hari untuk seluruhnya menetas dengan kondisi suhu 24-25°C. *O. dopingdopingensis* 11-13 hari pada suhu 26°C (Mandagi *et al.* 2018) dan *O. soerotoi* 14 hari pada suhu 25°C (Mokodongan *et al.* 2014).

Sintasan larva

Sintasan larva yang tidak berbeda nyata pada perbedaan nisbah kelamin induk yang diindikasikan bahwa masing-masing induk mendapatkan nutrisi dan pakan yang sama selama penelitian. Nutrien yang terkandung dalam kuning telur dan volume kuning telur yang besar akan menghasilkan sumber energi yang mencukupi bagi perkembangan embrio telur ikan (Burmansyah *et al.* 2013). Diketahui pakan adalah faktor penentu kualitas sperma dan sel telur yang dihasilkan induk. Pakan yang digunakan pada induk selama penelitian ini yaitu berupa *artemia polar red* yang memiliki kandungan nutrisi yang tinggi dan sesuai dengan kebutuhan *O. woworae*. Ye *et al.* (2012) menyatakan bahwa pakan yang ideal untuk ikan *O. latipes* dan *O. melastigma* yaitu *Artemia*. Selain itu pada *Oryzias* endemik Sulawesi seperti *O. wolasi* dan *O. sarasinorum* diketahui menyukai makanan di alam berupa fitoplankton dan

zooplankton (Parenti *et al.* 2013, Gani *et al.* 2015). Selaras dengan hasil sintasan larva yang tinggi pada tiap perlakuan (>90%) dikarenakan pemberian pakan induk yang optimal. Penelitian sebelumnya (Herjayanto *et al.* 2019) menunjukkan bahwa sintasan larva *Oryzias* sp. umur lima hari setelah menetas berkisar 72-100% pada induk yang diberi pakan cacing sutra hidup dan kutu air beku.

Tingginya sintasan larva masing-masing perlakuan mengindikasikan bahwa selama umur lima hari larva masih dapat hidup walaupun tanpa diberi makan. Hal ini dikarenakan besarnya diameter telur dan kuning telur *O. woworae*. Besarnya ukuran diameter telur mengindikasikan kualitas telur yang berhubungan dengan kuning telur, telur yang berdiameter besar dapat menghasilkan larva yang berukuran besar (Eragradhini 2020). Hasil sintasan yang diperoleh selaras dengan penelitian lainnya. Larva *O. Melastigma* mampu bertahan sampai umur empat hari tanpa diberi pakan (Mak *et al.* 2016). Larva *O. javanicus* mampu bertahan hidup sampai umur lima hari dengan sintasan rata-rata mencapai 86,24% (Herjayanto *et al.* 2019).

Perbedaan total jumlah larva yang dihasilkan masing-masing perlakuan berkaitan dengan optimalnya jantan dalam membuahi telur. Total larva dihasilkan menurut Nur & Nurhidayat (2012) sangat erat ditentukan oleh banyaknya telur terovulasi, telur terfertilisasi, dan optimalnya perkembangan embrio selama masa inkubasi telur. Opti-

malnya pemijahan dan fertilisasi berakibat pada jumlah telur yang berhasil menetas dan jumlah larva yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nisbah 1♂ : 3♀ menghasilkan jumlah larva tertinggi bila dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini dapat diartikan bahwa dengan perbandingan nisbah kelamin induk jantan satu dapat menghasilkan sperma dan fertilisasi yang optimal pada tiga ekor induk betina sekaligus. Hal ini didukung oleh Nafiyanti *et al.* (2021) bahwa pemijahan *O. woworae* dapat dilakukan dengan nisbah lebih dari satu betina (1♂ : 2♀). Herjayanto *et al.* (2020) menyatakan pemijahan ikan *O. javanicus* dapat dilakukan dengan nisbah induk betina lebih dari satu (1♂ : 2♀). Hal ini memiliki persamaan pola nisbah kelamin induk yang optimal seperti pada ikan pelangi *Iriatherina werneri*. Menurut Herjayanto *et al.* (2016) pemijahan ikan pelangi *I. werneri* dapat menggunakan nisbah kelamin 1♂ : 3♀ dengan jumlah sintasan dan larva yang dihasilkan terbaik. Selain itu, ikan endemik Sulawesi lainnya seperti *Paratherina striata*, memiliki nisbah perbandingan kelamin antara jantan dengan betina di alam yaitu 1♂ : 3♀ (Andy Omar *et al.* 2011). Rendahnya kompetisi antar ikan jantan pada nisbah nisbah 1♂ : 3♀ membuat proses pemijahan terjadi secara sempurna (Akar 2012).

Kualitas air

Menurut Yamahira *et al.* (2016), habitat asli ikan *O. woworae* adalah sungai dan cenderung di mata air. Ikan *Oryzias* endemik

Sulawesi lainnya seperti *O. celebensis* diketahui hidup di habitat mulai dari sungai kecil, sungai besar, telaga, persawahan, hingga muara sungai. Habitat ikan *Oryzias* dapat ditemukan di sungai kecil yang mengalir deras dengan substrat berbatu dan ditemukan juga di sungai tenang dan substrat berlumpur (Sari *et al.* 2018).

Kualitas air selama penelitian meliputi suhu berkisar 26,5-31°C, pH yaitu 7,5-8,8 dan oksigen terlarut berkisar 5,3-6,0 mg L⁻¹ (Tabel 1). Suhu optimal bagi habitat ikan medaka *O. latipes* pada umumnya berkisar antara 20-30°C (Takehana *et al.* 2005). Ikan medaka jawa *O. javanicus* dapat hidup pada kisaran suhu perairan 25-27°C (Herjayanto *et al.* 2019) dan *O. wolasi* dapat hidup pada kisaran suhu 23-27°C (Parenti *et al.* 2013). Karena itu, *O. woworae* memiliki karakteristik kualitas air media pemeliharaan yang mirip dengan spesies *Oryzias* lainnya.

Kisaran pH pada penelitian ini juga masih optimal untuk sintasan *Oryzias*. *Oryzias* endemik Sulawesi lainnya seperti ikan *O. wolasi* dan *O. eversi* dapat hidup pada kisaran pH 6,0-7,5 (Herder *et al.* 2012, Parenti *et al.* 2013). Diketahui bahwa nilai pH untuk kehidupan ikan *O. latipes* sebaiknya di antara 6,5-8,5 (OECD 2015). Selain itu pada pemeliharaan *O. dancena*, *O. woworae*, *O. sinensis*, *O. latipes* menggunakan pH dengan kisaran 7,0-7,5 (Audira *et al.* 2021).

Diketahui bahwa pada ikan *O. woworae* yang dipelihara dalam kondisi lingkungan terkontrol pada wadah akuarium dengan

kualitas oksigen terlarut pada kisaran $6,0 \pm 0,2 \text{ mg L}^{-1}$ (Huang *et al.* 2016). Selain itu oksigen terlarut pada pemeliharaan induk dan larva ikan *O. woworae* berkisar $4,0-6,9 \text{ mg.L}^{-1}$ dinilai masih baik bagi pemeliharaan induk dan larva *O. woworae* (Agatha *et al.* 2021). Dapat disimpulkan bahwa variabel kualitas air yang diamati selama berlangsungnya penelitian berada dalam kisaran optimum untuk kelangsungan hidup ikan padi *Oryzias woworae*.

Simpulan

Perbedaan nisbah kelamin memengaruhi reproduksi ikan *Oryzias woworae*. Nisbah kelamin jantan dan betina $1\text{♂} : 3\text{♀}$ menghasilkan jumlah telur dan larva optimal pada pemijahan ikan padi *Oryzias woworae*.

Persantunan

Ucapan terima kasih peneliti sampaikan kepada Laboratorium Budidaya Perairan Universitas Sultan Ageng Tirtayasa yang telah memberikan fasilitas dan dukungan sehingga penelitian ini dapat terlaksana. Selain itu, kami ucapkan terima kasih kepada saudara Ilham Septian yang telah membantu dalam mengkolleksi data selama penelitian ini berlangsung.

Daftar pustaka

Agatha FS, Mustahal, Syamsunarno, MB, Herjayanto M. 2021. Early study on embryogenesis *O. woworae* at different salinities. *Jurnal Biologi Tropis*, 21(2): 343–352.

Akar AM. 2012. Effect of sex ratio on reproductive performance of broodstock Nile tilapia *Oreochromis niloticus* in suspended earthen pond Hapas. *Journal of The Arabian Aquaculture Society*, 7(1): 19-28.

Andy Omar BS, Salam R, Kune S. 2011. Nisbah kelamin dan ukuran pertama kali matang gonad ikan endemik bonti-bonti (*Paratherina striata* Aurich, 1935) di Danau Towuti, Sulawesi Selatan. In: Isnansetyo A, Husni A, Dwiyitno, Hasanah E, Basmal J, Murniyati, Ustadi, Fawzya YN (Editor). *Seminar Nasional Tahunan VIII Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan*. Yogyakarta 16 Juli 2011. Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 1-7 p.

Audira G, Siregar P, Chen KHC, Roldan MJM, Huang J, Lai HY, Hsiao CD. 2021. Interspecies behavioral variability of medaka fish assessed by comparative phenomics. *International Journal of Molecular Sciences*. 22(11): 1-29.

Burmansyah, Muslim, Fitriani M. 2013. Pemijahan ikan betok *Anabas testudineus* semi alami dengan sex ratio berbeda. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 1(1) : 23-33.

Dasmahapatra AK, Powe DK, Thabitha PS, Paul B, Tchounwou. 2020. Assessment of reproductive and developmental effects of graphene oxide on Japanese medaka (*Oryzias latipes*). *Chemosphere*, 259(10): 1-18.

Eragradhini AR. 2020. Ekobiologi dan reproduksi ikan matano medaka *Oryzias matanensis* (Aurich, 1935) di Danau Towuti Sulawesi Selatan. *Disertasi*. Program Doktor Ilmu Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar.

Gani A, Nilawati J, Rizal A. 2015. Studi habitat dan kebiasaan makan (food habit) ikan rono lindu (*Oryzias sarasinorum* Popta, 1905) di Danau

- Lindu, Sulawesi Tengah. *Jurnal Sains dan Teknologi Tadulako*, 4(3): 9-18.
- Herder F, Hadiaty RK, Nolte AW. 2012. Pelvic-fin brooding in a new species of riverine ricefish (Atherinomorpha: Beloniformes: Adrianichthyidae) from Tana Toraja, Central Sulawesi, Indonesia. *The Raffles Bulletin of Zoology*, 60(2): 467-476.
- Herjayanto M, Carman O, Soelistyowati DT. 2016. Tingkah laku memijah, potensi reproduksi ikan betina, dan optimasi teknik pemijahan ikan pelangi *Iriatherina wernerii* Meinken, 1974. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 16(2): 171-183.
- Herjayanto M, Mauliddina AM, Widiyawan ER, Prasetyo NA, Agung LA, Magfira, Gani A. 2019. Studi awal pemeliharaan *Oryzias* sp. asal Pulau Tunda Indonesia pada kondisi laboratorium. *Musamus Fisheries and Marine Journal*, 2(1): 24-23.
- Herjayanto M, Syamsunarno MB, Prasetyo NA, Mauliddina AM, Agung LA, Widiyawan ER, Rahmayanti N, Irianingrum N, Nurkhotimah E, Gani A, Salsabila VN. 2020. Studi awal pengangkutan sistem tertutup pemeliharaan dan pengamatan telur *Oryzias javanicus* (Bleeker 1854) asal Pulau Tunda. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 20(1): 93-103.
- Huang C, Lin B, Chang K, Sheen S. 2016. Ld50 of gamma ray irradiation employed in Sulawesi Medaka *Oryzias woworae*. *Journal of Marine Science and Technology*, 24(3): 645-647.
- Imai S, Koyama J, Fujii K. 2005. Effects of 17 β -estradiol on the reproduction of java-medaka (*Oryzias javanicus*), a new test fish species. *Marine Pollution Bulletin*, 51(8-12): 708-714.
- Juo J, Chao-Kai K, Wen-Kai Y, Shu-Yuan Y, Tsung-Han L. 2016. A stenohaline medaka, *Oryzias woworae*, increases expression of gill Na⁺, K⁺-ATPase and Na⁺, K⁺, 2Cl⁻-Cotransporter 1 to tolerate osmotic stress. *Zoological Science*, 33(4): 414-425.
- Kadarini T, Subandiyah S, Zamroni M. 2015. Dukungan kelestarian keanekaragaman melalui produksi larva ikan rainbow kurumoi *Melanotaenia parva* pada ukuran induk berbeda. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 1(5): 1227-1232.
- Kinoshita M, Murata K, Naruse K, Tanaka M. 2009. *Medaka: Biology, Management and Experimental Protocols*. Ames: Willy-Blackwell. 447 p.
- Kusdarwati R, Sudarno, Hapsari A. 2016. Isolasi dan identifikasi fungi pada ikan mas koki (*Carnisbahs auratus*) di bursa ikan hias Gunung Sari Surabaya, Jawa Timur. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 8(1): 1-15.
- Magtoon W, Termvdchakorn A. 2009. A revised taxonomic account of ricefish *Oryzias* (Beloniformes, Adrianichthyidae), in Thailand, Indonesia, and Japan. *The Natural History Journal of Chulalongkorn University*, 9(1): 35-68.
- Mak YL, Li J, Liu C, Cheng SH, Lam PKS, Cheng DJ, Chan LL. 2016. Physiological and behavioural impacts of pacific ciguatoxin-1(P-CTX-1) on marine medaka (*Oryzias melastigma*). *Journal of Hazardous Materials*, 321(9): 1-9.
- Mandagi IF, Mokodongan DF, Tanaka R, Yamahira K. 2018. A new riverine ricefish of the genus *Oryzias* (Beloniformes, Adrianichthyidae) from Malili, Central Sulawesi, Indonesia. *Copeia*, 106(2): 297-304.
- Mokodongan DF. 2019. *Oryzias woworae*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T90332191A90332196. <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019.2.RLTS.T90332191A90332196>. [22 Desember 2020].
- Mokodongan DF, Yamahira K. 2015. Origin and intra-island diversification of

- Sulawesi endemic Adrianichthyidae. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 93: 150-160.
- Mokodongan DF, Tanaka R, Yamahira K. 2014. A new ricefish of the genus *Oryzias* (Beloniformes, Adrianichthyidae) from Lake Tiu, Central Sulawesi, Indonesia. *Copeia*, 14(3): 561-567.
- Nafiyanti N, Mustahal, Syamsunarno MB, Herjayanto M. 2021. Incubation of *Oryzias woworae* eggs at different temperature on embryo development and hatching performance. *Jurnal Biologi Tropis*, 21(2): 315-323.
- Nur B, Nurhidayat. 2012. Optimalisasi reproduksi ikan pelangi kurumoi *Melanotaenia parva* (Allen, 1990) melalui rasio kelamin induk dalam pemijahan. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 12(2): 99-109.
- OECD. 2015. OECD Guideline for the Testing of Chemicals. Medaka Extended One Generation Reproduction Test (MEOGRT). (No. 240). Organization for Economic Cooperation and Development, Paris.
- Parenti LR, Hadiaty RK. 2010. A new, remarkably colorful, small ricefish of the genus *Oryzias* (Beloniformes, Adrianichthyidae) from Sulawesi, Indonesia. *Copeia*, (2): 268-273.
- Parenti LR, Soeroto B. 2004. *Adrianichthys roseni* and *Oryzias nebulosus*, two new ricefishes (Atherinomorpha: Beloniformes: Adrianichthyidae) from Lake Poso, Sulawesi, Indonesia. *Ichthyological Research*, 51(1): 10-19.
- Parenti LR, Hadiaty RK, Lumbantobing D, Herder F. 2013. Two new ricefish of the genus *Oryzias* (Atherinomorpha: Beloniformes: Adrianichthyidae) augment the endemic freshwater fish fauna of Southeastern Sulawesi, Indonesia. *Copeia*, (3): 403-414.
- Prayogo. 2011. Efektivitas rasio jumlah pasangan induk ikan hias black tetra (*Gymnocorymbus ternetzi*) terhadap hasil pemijahan. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 3(2): 229-233.
- Puspitasari R, Suratno. 2017. Studi awal perkembangan larva *Oryzias javanicus* di Indonesia. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 9(1): 105-112.
- Rahardjo MF, Sjafei DS, Affandi R, Sulistiono. 2011. *Iktiologi*. Lubuk Agung, Bandung. 394 hlm.
- Sari DK, Andriani I, Yaqin K, Satya AM. 2018. The use of endemic sulawesi medaka fish (*Oryzias celebensis*) as an animal model candidate. In: Indrawati A, Priosoeryanto BP, Murtini S, Tiuria R, Idris S, Sailasuta A (Editor). *Proceedings of the 20th FAVA CONGRESS & The 15th KIVNAS PDHI*. Bali 1-3 November 2018. Indonesian Veterinary Medical Association (IVMA). Nusa Dua Covention Centre, Bali. 1-3 p.
- Sjafei DS. 1992. *Fisiologi Ikan II. Reproduksi Ikan*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sumarto BKA, Nofrianto AB, Mokodongan DF, Lawelle SA, Masengi KWA, Fujimoto S, Yamahira K. 2021. Variation in mating behavior between a tropical and a temperate species of medaka fishes. *Zoological Science*, 38(1): 45-50.
- Takehana Y, Naruse K, Sakaizumi M. 2005. Molecular phylogeny of the medaka fishes genus *Oryzias* (Beloniformes: Adrianichthyidae) based on nuclear and mitochondrial DNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 36(2): 417-428.
- Yamahira K, Mochida K, Fujimoto S, Mokodongan DF, Montenegro J, Kaito T, Ishikawa A, Kitano J, Sue T, Mulis, Hadiaty RK, Mandagi IF, Masengi, KWA. 2016. New localities of the *Oryzias woworae* species group (Adrianichthyidae) in Sulawesi Tenggara. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 16(2): 125-131.

Yan M, Mak MYL, Chenga J, Lia J, Gua JR, Leunga PTY, Lama PKS. 2020. Effects of dietary exposure to ciguatoxin P-CTX-1 on the reproductive performance in marine medaka (*Oryzias melastigma*). *Marine Pollution Bulletin*, 152: 1-9.

Ye RR, Lei ENY, Lam MHW, Chan AKY, Bo J, Van de Merwe JP, Fong ACC,

Yang MMS, Lee JS, Segner HE, Wong CKC, Wu RSS, Au DWT. 2012. Gender-specific modulation of immune system complement gene expression in marine medaka *Oryzias melastigma* following dietary exposure of BDE-47. *Environmental Science and Pollution Research*, 19(7): 2477–2487.

Perkembangan gonad dan profil plasma darah induk ikan bada *Rasbora argyrotaenia* (Bleeker 1849) betina dengan pemberian kombinasi hormon estradiol dan *spirulina* dalam pakan

[Gonad development and blood plasma profile of female bada fish (*Rasbora* sp.) by giving a combination of the hormones estradiol and *spirulina* in the feed]

Ira Akhdiana^{1,3}, Muhammad Zairin Jr.², Gadis Sri Haryani³,
Muhammad Agus Suprayudi²

¹Program Magister, Sekolah Pascasarjana IPB

²Departemen Budidaya Perairan, FPIK IPB

Kampus IPB Dramaga, Jalan Agatis 16680

³Pusat Riset Limnologi, BRIN

Jl. Raya Jakarta Bogor km 46 16911

Surel: muhammadsu@apps.ipb.ac.id, irakhdiana@gmail.com, zairinmz@live.com,
gadis@limnologi.lipi.go.id

Diterima: 14 Juli 2021; Disetujui: 15 Oktober 2021

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh pemberian kombinasi hormon estradiol-17 β dan *spirulina* dalam pakan terhadap biokimia plasma darah, histologis dan perkembangan gonad ikan bada (*Rasbora argyrotaenia*) betina. Metode penelitian adalah penelitian eksperimental menggunakan rancangan acak lengkap dengan empat kombinasi perlakuan dan empat ulangan yaitu tanpa penambahan hormon estradiol-17 β dan *spirulina* (P0), penambahan hormon estradiol-17 β sebanyak 7 $\mu\text{g kg}^{-1}$ pakan (P1), penambahan *spirulina* sebanyak 30 g kg^{-1} pakan (P2) dan penambahan hormon estradiol-17 β sebanyak 7 $\mu\text{g kg}^{-1}$ pakan dan *spirulina* sebanyak 30 g kg^{-1} pakan. Ikan bada betina (4,22 \pm 1,28 g) dipelihara dalam akuarium berukuran 100x50x50 cm³ dengan kepadatan tujuh ekor per akuarium. Ikan diberi pakan perlakuan dua kali sehari, sebanyak 3% dari biomassa selama enam minggu. Parameter pengujian yaitu konsentrasi hormon estradiol-17 β , diameter telur, konsentrasi glukosa plasma darah, konsentrasi kolesterol total plasma darah dan pengamatan histologis gonad. Hasil percobaan terlihat konsentrasi hormon estradiol-17 β dalam plasma tubuh perlakuan P1 dan P3 secara statistik berbeda nyata ($P < 0,05$) dibandingkan dengan perlakuan P0 dan P2. Pemberian kombinasi hormon estradiol-17 β dan *spirulina* yang ditambahkan pada pakan memberikan hasil yang tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) terhadap biokimia plasma darah dan diameter telur ikan bada. Penambahan kombinasi hormon estradiol-17 β dan *spirulina* dalam pakan menghasilkan perlakuan P1 dan P3 lebih baik dengan nilai konsentrasi hormon estradiol-17 β pada plasma tubuh lebih tinggi. Pengamatan perkembangan gonad dari histologis menunjukkan bahwa gonad ikan bada termasuk tipe yang *asynchronous*.

Kata penting: glukosa darah, hormon estradiol-17 β , kolesterol, *Rasbora argyrotaenia*, *spirulina*.

Abstract

This study aimed to evaluate the effect of the combination of estradiol-17 β hormone and *spirulina* in feed on blood plasma biochemistry, histology, and gonad development of female bada fish (*Rasbora argyrotaenia*). The research method were an experimental study using a completely randomized design with four treatment combinations and four replications, namely without the addition of the estradiol-17 β hormone and *spirulina* (P0), the addition of the estradiol-17 β hormone at 7 g kg^{-1} feed (P1), the addition of *spirulina* at 30 g kg^{-1} feed (P2) and the addition of the estradiol-17 β hormone at 7 g kg^{-1} feed and *spirulina* at 30 g kg^{-1} feed. Female bada fish (4.22 \pm 1.28 g) were kept in an aquarium measuring 100x50x50 cm³ with a density of seven individuals per aquarium. Fish were fed the treatment twice daily, with 3% of the biomass for six weeks. The test parameters were estradiol-17 β hormone concentration, egg diameter, blood plasma glucose concentration, blood plasma total cholesterol concentration, and gonadal histology observations. The experimental results showed that the concentration of the estradiol-17 β hormone in the body plasma of

treatments P1 and P3 was statistically significantly different ($P < 0.05$) compared to treatments P0 and P2. The combination of estradiol-17 β hormone and *spirulina* added to the feed gave not significantly different results ($P > 0.05$) on blood plasma biochemistry and egg diameter of bada fish broodstock. A combination of estradiol-17 β hormone and *spirulina* hormones in the feed resulted in better P1 and P3 treatments with higher plasma concentrations of the estradiol-17 β hormone. Observations of gonadal development from histology showed that the bada fish gonads belonged to the asynchronous type.

Keywords: cholesterol, estradiol-17 β hormone, glucose blood, *Rasbora argyrotaenia*, *spirulina*

Pendahuluan

Ikan bada (*Rasbora argyrotaenia*) merupakan salah satu ikan yang banyak ditemui di perairan umum, seperti sungai, genangan air, danau ataupun persawahan. Ikan ini secara alami tersebar luas di negara-negara Asia seperti Indonesia, Thailand, Kamboja, Malaysia dan Filipina (Ningrum *et al.* 2019). Di Indonesia ikan bada tersebar di perairan tawar di pulau Sumatra, Jawa, Kalimantan, Bali dan Lombok (Kottelat *et al.*, 1993). Ikan bada merupakan sebutan nama lokal dari ikan yang termasuk genus *Rasbora*, khususnya di daerah Sumatra Barat. Nama lokal ikan ini di Jawa Barat adalah paray, sedangkan Jawa Tengah dan Jawa Timur menyebutnya wader. Ikan bada ini termasuk salah satu ikan yang mempunyai nilai ekonomi penting, baik sebagai ikan konsumsi maupun ikan hias (Al Adawiyah *et al.* 2019). Ikan bada memiliki warna perak yang memikat sehingga dikenal juga dengan nama umum *silver rasbora*. Menurut Said & Mayasari (2010), ikan bada ini memiliki potensi nasional untuk dikembangkan menjadi ikan hias.

Saat ini pemenuhan kebutuhan ikan ini masih banyak mengandalkan tangkapan dari alam, meskipun pada kenyataannya kegiatan budidayanya sudah bisa dilakukan. Usaha yang dapat dilakukan untuk memenuhi

kebutuhan dan juga sebagai upaya mengurangi tangkapan berlebih ikan ini di alam, kegiatan budidaya mutlak diperlukan. Pemeliharaan induk ikan yang disiapkan untuk kegiatan pemijahan merupakan salah satu faktor penting dalam budidaya. Induk yang dipelihara dengan manajemen yang baik akan menghasilkan indukan berkualitas baik dan pada akhirnya akan menghasilkan benih yang berkualitas baik juga.

Pemberian pakan dengan nutrisi yang berkualitas baik dengan jumlah yang cukup sangat mendukung pada proses reproduksi dan perkembangan gonad pada induk betina. Pada proses perkembangan gonad ini sangat dipengaruhi oleh faktor dari dalam dan juga luar. Faktor dari dalam berupa kinerja hormon sedangkan faktor luar berupa kondisi lingkungan dan juga asupan makanan. Menurut Volkoff & London (2018), kebutuhan nutrisi ini berhubungan dengan pertumbuhan pada ikan dan juga beberapa faktor dari reproduksinya seperti perkembangan gonad, kinerja reproduksi, kualitas dan kuantitas telur serta anakan. Selain itu, bisa dilakukan juga dengan teknik manipulasi hormonal untuk merangsang pematangan gonad baik dengan oral, injeksi atau implantasi (Ahlina *et al.* 2015).

Penelitian yang dilakukan oleh Lestari *et al.* (2016), penambahan kunyit dan *spirulina* 3% per kg atau sebanyak 30 g dalam 1 kg pakan dengan dikombinasikan dengan penyuntikan oodev dapat meningkatkan kinerja reproduksi induk ikan betina di luar musim pemijahan. Selain itu, pemberian hormon eksogen dapat dilakukan untuk meningkatkan kinerja reproduksi. Hormon eksogen yang banyak digunakan untuk proses pematangan gonad pada ikan yaitu estradiol-17 β . Menurut Sinjal *et al.* (2014), pemberian pakan komersial dan penyuntikan hormon estradiol-17 β dengan dosis 250 $\mu\text{g kg}^{-1}$ bobot tubuh ikan menghasilkan kombinasi perlakuan yang terbaik dalam nilai pembuahan telur, daya tetas telur, dan sintasan larva dari induk ikan lele.

Perubahan biokimia plasma darah selain bisa digunakan untuk mengetahui status kesehatan ikan, bisa juga digunakan untuk melihat status reproduksinya (Wahyuningsih *et al.* 2012). Pengamatan perkembangan gonad bisa juga dilakukan dengan cara melihat histologis gonadnya, yang secara histologis informasi yang didapatkan bisa akurat dan mendetail (Zulfadhli *et al.* 2016). Pengamatan gonad terhadap induk ikan betina dilakukan karena gonad betina (ovarium) yang lebih memegang peranan dalam fekunditas dan juga kualitas telur yang dihasilkan. Nilai fekunditas dan kualitas telur tersebut akan menentukan derajat penetasan dan juga jumlah benih ikan yang akan dihasilkan.

Penelitian tentang ikan bada ini penting dilakukan karena keberadaan ikan bada di Danau Maninjau dikhawatirkan semakin berkurang akibat adanya penangkapan berlebih. Menurut Dina *et al.* (2011), hasil tangkapan ikan bada mengalami penurunan akibat tingginya laju penangkapan dan tekanan lingkungan akibat penurunan kualitas air danau Maninjau. Penelitian tentang peningkatan kinerja reproduksi ikan bada dengan penambahan hormon estradiol dan juga *spirulina* belum ada yang melakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh pemberian kombinasi hormon estradiol dan *spirulina* dalam pakan terhadap biokimia plasma darah, histologis dan perkembangan gonad ikan bada (*Rasbora argyrotaenia*) betina.

Bahan dan metode

Materi uji

Induk ikan bada betina yang digunakan sebanyak 112 ekor dengan bobot rata-rata 4,22 \pm 1,28 g yang berasal dari kolam pemeliharaan Pusat Penelitian Limnologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli 2020 sampai dengan Maret 2021 di Laboratorium Reproduksi dan Genetika Organisme Akuatik, Laboratorium Nutrisi Ikan, Laboratorium Kesehatan Ikan, Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor (IPB) dan Pusat Penelitian Limnologi, LIPI. *Spirulina* yang ditambahkan ke dalam pakan adalah *Spirulina platensis* berbentuk serbuk yang

Tabel 1 Perlakuan pemberian hormon estradiol-17 β dan *spirulina* dalam pakan ikan bada (*Rasbora argyrotaenia*) betina

Perlakuan (per kg pakan)
Hormon estradiol-17 β dan <i>spirulina</i> (kontrol)
Estradiol-17 β
<i>Spirulina</i>
Estradiol-17 β ditambah 30 g <i>spirulina</i>

Keterangan: jumlah hormon estradiol-17 β per kg pakan yang ditambahkan merupakan hasil perhitungan dari dosis 250 μ g/kg bobot induk (Sinjal *et al.* 2014)

diproduksi oleh Little Herbalist, Indonesia. Hormon estradiol-17 β yang digunakan berasal dari Argent Laboratories Inc., Filipina.

Rancangan penelitian

Metode penelitian adalah penelitian eksperimental menggunakan rancangan acak lengkap yang terdiri atas empat perlakuan dengan empat ulangan. Perlakuan yang diuji dalam penelitian ini seperti yang tertera pada Tabel 1.

Pakan uji

Pakan yang digunakan untuk penelitian adalah pakan komersial dengan kadar protein sebesar 39-41% dan lemak 5% dan dilakukan *repelleting*. *Repelleting* dilakukan untuk menambahkan kombinasi hormon estradiol-17 β dan *spirulina* ke dalam pakan. Pembuatan pakan uji dimulai dengan penepungan pakan komersial. Pakan yang sudah ditepung kemudian ditambahkan hormon estradiol-17 β (pakan P1 dan P3) dan *spirulina* (pakan P2 dan P3) sesuai dengan dosis perlakuan. Sebelum ditambahkan hormon estradiol-17 β ke dalam pakan, hormon dilarutkan ke dalam alkohol 96% sebanyak 100 ml. Pakan

selanjutnya ditambahkan air sebanyak 300 ml/kg pakan yang akan dibuat. Selanjutnya pakan diaduk sampai rata dan dicetak lagi dengan menggunakan mesin pencetak pelet. Pakan kemudian dioven pada suhu 60°C selama 12 jam. Pakan lalu disimpan dalam wadah tertutup.

Pemeliharaan

Akuarium untuk pemeliharaan ikan bada berukuran 100x50x50 cm³ sebanyak 16 unit. Akuarium diisi air sebanyak 150 liter dan diberi aerasi. Sebelum pemberian pakan perlakuan dimulai, pengurutan (*striping*) dilakukan untuk mengosongkan dan menyeregamkan kondisi awal induk ikan betina. Pengurutan dilakukan setelah penyuntikan ovaprimTM untuk memacu proses pematangan dan juga merangsang ovulasi. Pemberian ovaprimTM sebanyak 0.9 μ l/gram bobot badan yang dimasukkan ke dalam mulut ikan bada menggunakan mikropipet (Al Adawiyah *et al.* 2019).

Induk betina yang sudah diurut dipelihara dalam akuarium percobaan sebanyak 7 ekor setiap akuarium. Induk dipelihara selama 6 minggu dan diberikan pakan sesuai dengan

perlakuan. Frekuensi pemberian pakan sebanyak dua kali sehari yaitu pukul 07.30 dan 16.30 WIB dengan tingkat pemberian pakan sebesar 3%. Suhu air di akuarium pemeliharaan dilakukan pencatatan setiap hari, yaitu pada pagi dan sore hari. Pengukuran oksigen terlarut dan pH dilakukan setiap 3 hari sekali dengan menggunakan DO meter merek YSI dan pH meter merek ATC.

Pengambilan sampel

Pengambilan plasma darah dilakukan pada awal pemeliharaan, minggu kedua, minggu keempat dan minggu keenam. Sebelum dilakukan sampling, ikan diberikan obat penenang untuk ikan dengan merek dagang Ocean Free Special Arowana Stabilizer dengan dosis 1 ml/3 liter air. Pengambilan sampel plasma darah dilakukan dengan menggunakan *syringe* kapasitas 1 ml yang telah diberi anti koagulan pada daerah vena caudalis. Sampel darah yang telah diambil dimasukkan ke dalam *microtube*, selanjutnya disentrifugasi pada kecepatan 3000 RPM selama 10 menit pada suhu 4°C. Plasma darah yang telah terpisah dari sel darah kemudian dipindahkan ke *microtube* baru dan disimpan ke dalam *freezer* dengan suhu -20°C. Sampel plasma darah yang didapat digunakan untuk pengukuran konsentrasi glukosa dan total kolesterol.

Pembuatan preparat histologis gonad dilakukan dengan cara mengambil sampel organ gonad dari tiap unit ulangan. Gonad yang didapat diawetkan dengan formalin 5% selama 24 jam, lalu setelah itu dipindahkan ke

larutan alkohol 70%. Gonad yang sudah diawetkan selanjutnya dilakukan pembuatan preparat histologis dengan metode pewarnaan Hematoksin-Eosin (HE).

Pengambilan sampel plasma tubuh ikan bada berasal dari sebagian tubuh ikan untuk pengukuran konsentrasi hormon estradiol-17 β . Sampel tubuh yang didapat ditimbang dan digerus, kemudian dimasukkan ke dalam *microtube*. Sampel selanjutnya ditambahkan *phosphate buffered saline* (PBS) pH 7,4 dengan perbandingan 1:2 dan kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 5000 RPM selama 10 menit pada suhu 4°C. Supernatan yang didapatkan dari hasil sentrifugasi dipindahkan ke *microtube* baru dan disimpan dalam *freezer* dengan suhu -20°C sampai waktu akan diproses lanjut.

Parameter uji

Konsentrasi hormon estradiol-17 β

Hormon estradiol-17 β plasma dilakukan dengan metode analisis *enzyme linked immunoabsorbent assay* (ELISA). Pengukuran konsentrasi hormon estradiol-17 β menggunakan kit estradiol-17 β (DRG EIA 2693). Tahapan analisis dilakukan sesuai dengan protokol dari kit tersebut (Sembiring *et al.* 2013).

Pengukuran diameter telur

Pengukuran diameter telur dilakukan dengan cara mengukur sampel telur sebanyak 100 butir tiap unit perlakuan yang sudah diawet. Pengamatan diameter telur menggunakan program Olympus cellsens Standard

yang sudah terhubung dengan mikroskop Olympus DP22. Pengukuran diameter telur dilakukan dengan menggunakan pembesaran 4x10.

Pengukuran konsentrasi glukosa plasma darah

Konsentrasi glukosa plasma darah diukur dengan metode *glucose oxidase-peroxidase aminoantipirin* (GOD PAP) menggunakan reagen merek Dumolab. Plasma darah diambil dari setiap unit percobaan. Tabung sampel diisi dengan sampel plasma darah sebanyak 10 µl dan 1000 µl reagent kit, tabung standard diisi dengan standard glukosa sebanyak 10 µl dan 1000 µl reagent kit. Tabung untuk blanko berisi 1000 µl reagent kit. Campuran dihomogenkan dan diinkubasi selama 10 menit pada suhu 37°C. Absorbansi dibaca menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 500 nm kurang dari 60 menit setelah campuran dihomogenkan. Konsentrasi glukosa darah dihitung dengan rumus (Rawung 2019).

$$GS=KS \times \frac{ASP}{ASD}$$

Keterangan:

GS: Glukosa (mg.dL⁻¹)

KS: Konsentrasi Standar

ASP: Absorbansi Sampel

ASD: Absorbansi Standar

Pengukuran konsentrasi kolesterol total plasma darah

Konsentrasi kolesterol total plasma darah ditentukan dengan metode *cholesterol oxidation-phenol-4-aminoantipyrine-peroxidase* (CHOD-PAP) menggunakan kit *CHOD-PAP kolesterol* merek Labtest. Plasma darah

diambil dari setiap unit percobaan. Tabung sampel diisi dengan sampel plasma darah sebanyak 0,01 ml dan 1 ml reagent kit, tabung standard diisi dengan standard kolesterol sebanyak 0,01 ml dan 1 ml reagent kit. Tabung untuk blanko berisi 1 ml reagent kit. Campuran dihomogenkan dan diinkubasi selama 10 menit pada suhu 37°C. Absorbansi dibaca menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 500 nm kurang dari 60 menit setelah campuran dihomogenkan. Konsentrasi kolesterol darah dihitung dengan rumus (Rawung 2019).

$$KL=KS \times \frac{ASP}{ASD}$$

Keterangan:

KL: Kolesterol (mg.dL⁻¹)

KS: Konsentrasi Standar

ASP: Absorbansi Sampel

ASD: Absorbansi Standar

Pengamatan histologis gonad

Pengamatan histologis gonad menggunakan mikroskop Olympus DP22 yang telah disambungkan dengan perangkat komputer yang sudah terinstal program Olympus cell-sens Standard. Identifikasi histologis gonad pada ikan bada dengan mengacu kepada Longenecker *et al.* (2020) dan Abrar *et al.* (2018).

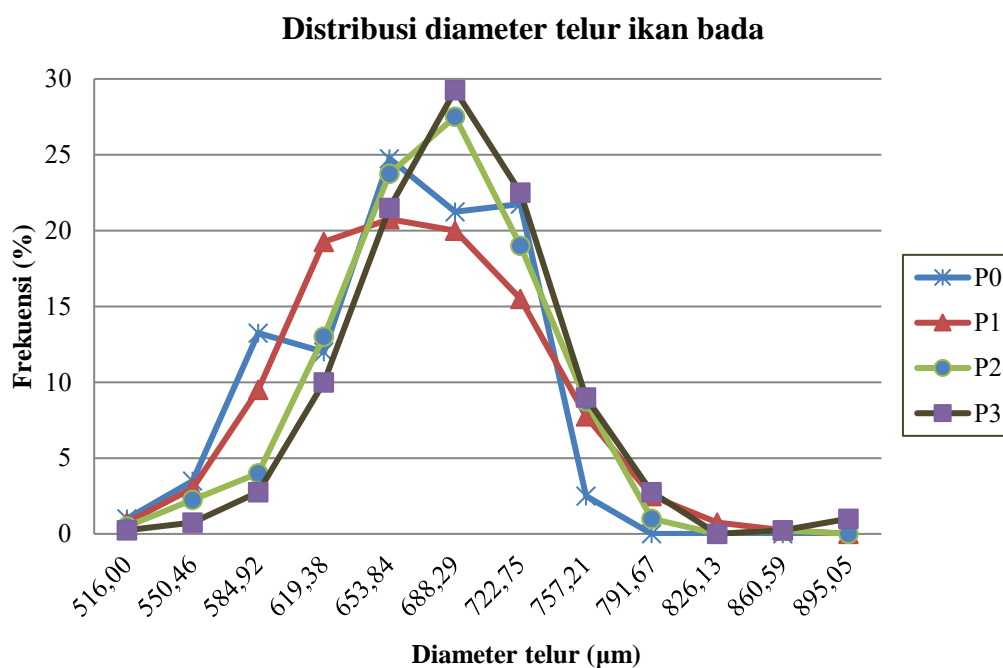
Analisis data

Data hasil histologis gonad dan distribusi diameter telur dianalisis secara deskriptif. Data analisis hormon estradiol-17β, diameter telur, kolesterol total, glukosa diolah menggunakan Microsoft Excel 2013 dan selanjutnya dianalisis dengan analisis ragam

Tabel 2 Rataan konsentrasi hormon estradiol-17 β dalam plasma tubuh ikan bada (pg mL⁻¹) dan diameter telur ikan bada (μ m) yang diberi perlakuan pakan yang ditambahkan hormon estradiol-17 β dan *spirulina*

	Perlakuan		
	P1	P2	P3
10,50 ^a	1691,95 \pm 132,37 ^b	1039,57 \pm 502,36 ^a	1275,64 \pm 232,76 ^{ab}
7,91 ^a	668,56 \pm 46,02 ^a	676,97 \pm 26,19 ^a	688,06 \pm 9,14 ^a

Keterangan: huruf tika atas yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata (p<0,05).



Gambar 1 Distribusi diameter telur ikan bada (μ m) yang diberikan kombinasi *spirulina* dan hormon estradiol-17 β

(ANOVA) menggunakan SPSS 18 pada tingkat kepercayaan 95%. Jika terdapat perbedaan yang berbeda nyata antar perlakuan, dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) dengan $\alpha=0,05$.

Hasil

Konsentrasi hormon estradiol pada plasma tubuh induk ikan bada yang diberikan kombinasi *spirulina* dan hormon estradiol-17 β selama enam minggu pemeliharaan terdapat pada Tabel 2. Dari hasil percobaan terlihat rata-rata konsentrasi hormon estradiol-17 β mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya waktu pemeliharaan

Tabel 3 Rataan konsentrasi kolesterol total dalam plasma darah ikan bada (mg dL⁻¹) selama 6 minggu

Sampling	Perlakuan			
	P0	P1	P2	P3
Minggu ke-2	108,497±24,955 ^a	161,307±29,023 ^a	136,993±28,467 ^a	100,915±10,706 ^a
Minggu ke-4	153,725±39,427 ^a	108,497±24,930 ^a	152,941±16,767 ^a	112,680±33,223 ^a
Minggu ke-6	96,732±18,714 ^a	97,516±7,856 ^a	116,683±9,045 ^a	94,379±7,618 ^a

Tabel 4 Rataan konsentrasi glukosa dalam plasma darah ikan bada (mg dL⁻¹) selama 6 minggu

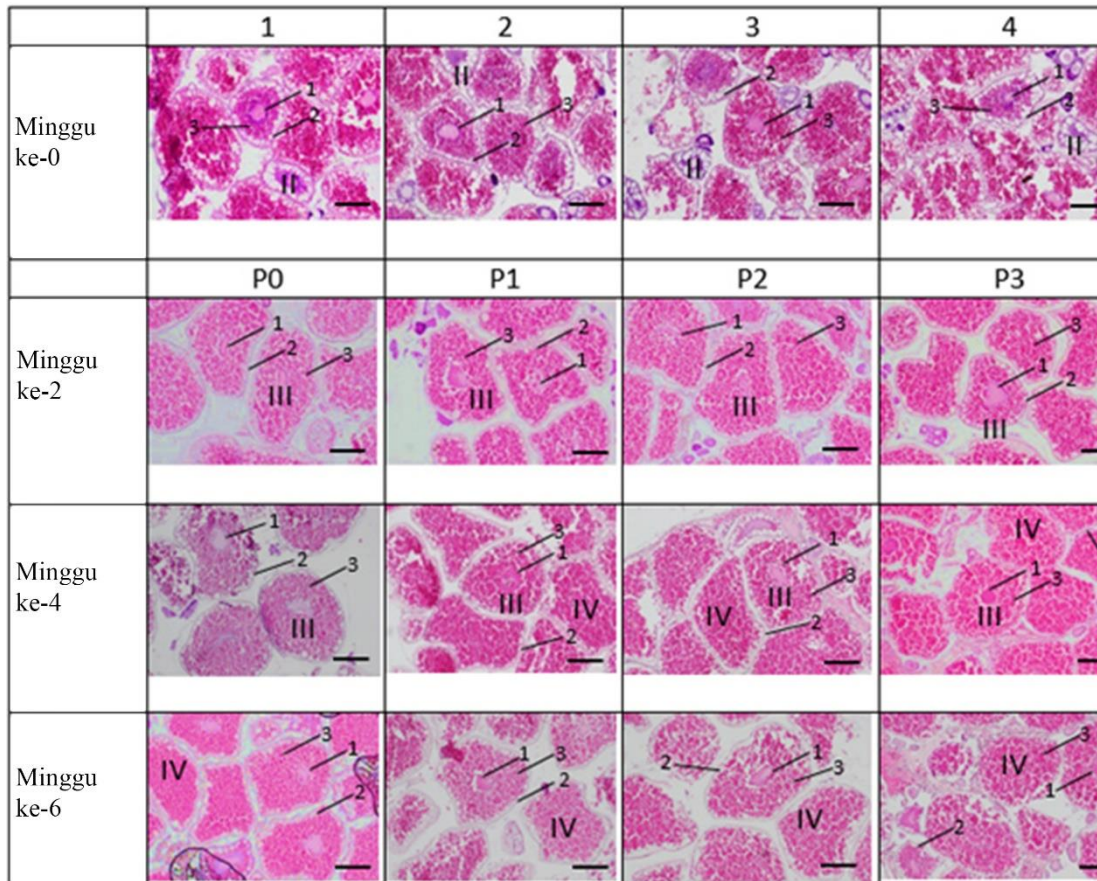
Sampling	Perlakuan			
	P0	P1	P2	P3
Minggu ke-2	50,61±5,55 ^a	50,81±8,03 ^a	56,67±7,29 ^a	58,59±8,28 ^a
Minggu ke-4	45,725±4,33 ^a	53,03±7,28 ^a	44,95±3,54 ^a	49,6±5,74 ^a
Minggu ke-6	43,43±2,54 ^a	45,86±6,78 ^a	45,25±4,11 ^a	43,13±2,06 ^a

induk ikan bada. Nilai konsentrasi hormon estradiol-17 β pada awal pengamatan sebesar 584,46±100,40 pg mL⁻¹. Kadar hormon estradiol-17 β pada akhir pengamatan menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antara perlakuan ($p < 0,05$). Hasil uji statistik terlihat kadar estradiol-17 β pada perlakuan P1 lebih tinggi ($p < 0,05$) dibandingkan dengan perlakuan P0 (kontrol) dan P2, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan P3 ($p > 0,05$).

Hasil percobaan pada diameter telur ikan bada yang diberikan kombinasi *spirulina* dan hormon estradiol-17 β bisa dilihat pada Tabel 2. Dari hasil uji statistik terlihat bahwa rata-rata diameter telur ikan bada setelah diberikan perlakuan selama enam minggu pemeliharaan menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata antarperlakuan ($p > 0,05$). Nilai diameter telur ikan percobaan berkisar antara 660,54-688,06 μ m.

Distribusi diameter telur ikan bada pada semua perlakuan setelah enam minggu pemeliharaan bisa dilihat pada Gambar 1. Dari pengamatan distribusi diameter telur memperlihatkan bahwa persentase ukuran diameter telur untuk diameter $> 650 \mu$ m pada perlakuan P0 mencapai 62%, sedangkan untuk P1 sebesar 62,8%, P2 sebesar 79,8% dan P3 sebesar 80%. Dari hasil penambahan kombinasi *spirulina* dan hormon estradiol-17 β dalam pakan, perlakuan P3 dan P2 menunjukkan puncak kurva ada pada diameter telur tengah kelas 688,29 μ m dengan nilai sebesar 27,5% dan 29,25%. Pada perlakuan P1 dan P0 didapatkan puncak kurva pada diameter telur tengah kelas 653,84 dengan nilai sebesar 20,75% dan 24,75%.

Nilai kolesterol total dari plasma darah pada induk ikan bada yang diberikan kombinasi *spirulina* dan hormon estradiol-17 β selama enam minggu pemeliharaan



Gambar 2 Histologis gonad ikan bada selama enam minggu pemeliharaan (oosit tahap II (II), oosit tahap III (III), oosit tahap IV (IV), nukleus (1), butiran minyak (2), butiran kuning telur (3), skala bar 200 μm , pewarnaan HE, perbesaran 100X)

terdapat pada Tabel 3. Nilai rata-ran kolesterol total pada plasma darah ikan bada pada awal pengamatan sebelum diberikan perlakuan adalah $112,157 \pm 25,811 \text{ mg dL}^{-1}$. Dari uji statistik terlihat bahwa pada minggu kedua perlakuan tidak ada perbedaan yang nyata antarperlakuan ($p > 0,05$). Demikian juga pada minggu keempat dan keenam hasil statistik menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata antarperlakuan ($p > 0,05$).

Hasil pengukuran nilai konsentrasi glukosa dalam plasma darah selama enam minggu pemeliharaan induk ikan bada bisa dilihat pada Tabel 4. Nilai konsentrasi glukosa pada

awal perlakuan adalah $66,26 \pm 10,69 \text{ mg dL}^{-1}$. Dari hasil uji statistik terlihat bahwa nilai rata-ran nilai konsentrasi glukosa tidak berbeda nyata pada semua perlakuan ($p > 0,05$), baik pada minggu kedua, keempat maupun keenam.

Hasil pengamatan histologis gonad pada induk ikan bada selama enam minggu pemeliharaan setelah diberikan pakan dengan kombinasi *spirulina* dan estradiol-17 bisa dilihat pada Gambar 2. Pada awal percobaan, dari hasil pengamatan histologis gonad, terlihat masih ada oosit yang masih pada tahap II. Pada minggu kedua setelah

perlakuan oosit sudah banyak terlihat pada tahap III pada semua perlakuan. Pada minggu keempat, pada semua perlakuan terlihat sudah ada oosit tahap IV. Pada minggu keenam, terlihat sudah banyak oosit pada tahap IV.

Hasil pengukuran kualitas air pada media pemeliharaan induk selama pemeliharaan yaitu suhu berkisar antara 26,2-27,9 °C. Nilai pH berkisar antara 7,1-7,7 dan oksigen terlarut berkisar antara 5,69-7,94 mg.L⁻¹.

Pembahasan

Hormon estradiol-17 β pada saat proses reproduksi mempunyai peran sebagai stimulus organ hati untuk menyintesis vitolegenin. Proses sintesis vitologenin ini merupakan tahapan perkembangan oosit sebelum dilanjutkan dengan tahapan pematangan tahap akhir (Basuki *et al.* 2006). Hormon estradiol-17 β diproduksi di oosit pada lapisan granulosa dengan bantuan enzim aromatase (Nagahama *et al.* 1995). Dari hasil percobaan terlihat bahwa tren konsentrasi hormon estradiol-17 β pada akhir percobaan mengalami peningkatan bila dibandingkan dengan awal percobaan. Hal ini dikarenakan hormon estradiol-17 β pada saat perkembangan oosit (vitelogenesis) diproduksi lebih banyak oleh lapisan granulosa untuk menstimulus hati agar menyintesis vitologenin. Menurut Basuki *et al.* (2006), pada saat tahap vitelogenesis atau perkembangan oosit akan terjadi peningkatan produksi estradiol-17 β .

Stimulus hormon estradiol-17 β terhadap organ hati terjadi karena adanya ikatan antara

hormon estradiol-17 β yang dilepaskan dari lapisan granulosa di oosit dengan reseptor yang ada di sel-sel hepatosit hati. Selanjutnya sel-sel hepatosit akan menyintesis vitelogenin, dimana vitelogenin ini merupakan prekursor kuning telur. Menurut Rawung *et al.* (2020), keberadaan hormon estradiol-17 β sangat menentukan aktivitas sintesis vitelogenin oleh hati pada masa reproduksi. Vitelogenin yang dihasilkan oleh hati ini akan diserap oleh oosit yang sedang berkembang dengan ditransportasikan melalui peredaran darah.

Penambahan kombinasi *spirulina* dan hormon estradiol-17 β pada pakan tidak memberikan perbedaan yang nyata terhadap rata-rata diameter telur ikan bada percobaan. Pada distribusi diameter telur memperlihatkan bahwa persentase diameter telur >650 μ m pada kelompok percobaan yang diberikan tambahan *spirulina* dan hormon estradiol-17 β serta kombinasi keduanya memberikan nilai yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan kontrol. Ukuran telur ini sangat berpengaruh terhadap kualitas telur dan juga sintasan larva nantinya. Menurut Ningrum *et al.* (2019), sintasan larva dengan ukuran telur yang lebih besar akan bernilai lebih tinggi bila dibandingkan dengan ukuran telur yang lebih kecil.

Pada penelitian ini terlihat konsentrasi kolesterol pada plasma darah induk ikan bada menunjukkan pola fluktuasi pada semua kelompok percobaan. Menurut Rawung (2019), fluktuasi konsentrasi kolesterol pada induk ikan diduga merupakan respon

individu terhadap aktivitas reproduksi yang sedang terjadi. Pada akhir percobaan terlihat nilai dari konsentrasi kolesterol mengalami penurunan pada semua kelompok percobaan. Hal ini disebabkan adanya penggunaan kolesterol dalam proses pembentukan hormon steroid yang berperan pada saat reproduksi. Sedangkan menurut (Wahyuningsih *et al.* 2012), penurunan konsentrasi kolesterol dalam darah karena penambahan ukuran diameter telur yang terjadi pada saat perkembangan oosit (vitelogenesis).

Konsentrasi glukosa yang terukur selama penelitian terlihat mengalami penurunan seiring dengan waktu pemeliharaan. Penurunan konsentrasi ini diduga kebutuhan energi yang menurun pada saat akhir masa vitelogenesis menyebabkan penurunan konsentrasi glukosa pada darah (Rawung 2019). Glukosa memiliki peran penting sebagai sumber energi dan merupakan bahan bakar penting untuk metabolisme sel. Menurut Wahyuningsih *et al.* (2012), konsentrasi glukosa dalam plasma darah dapat digunakan sebagai indikator selama proses reproduksi. Pada ikan yang normal, kadar glukosa darah ikan sebesar 40-90 mg dL⁻¹ (Nasichah *et al.* 2016; Zahri *et al.* 2018).

Dari hasil histologis gonad terlihat bahwa seiring dengan waktu pemeliharaan induk ikan bada, semakin bertambah besar diameter oosit. Pada awal percobaan terlihat pada ovarium masih ada oosit tahap II. Menurut Longenecker *et al.* (2020), oosit pada tahap II (*Yolk Vesicle*) ditandai dengan bentuk nukleus yang tidak beraturan, sitoplasma ter-

lihat lebih gelap dan pada stadia oosit tahap II akhir zona radiata akan terlihat. Pada minggu kedua, oosit sudah berada pada tahap III pada semua perlakuan. Oosit tahap III ditandai dengan adanya butiran kuning telur, sitoplasma lebih terang bila dibandingkan tahap II, dan zona radiata dan folikel terlihat lebih jelas (Longenecker *et al.* 2020). Pada minggu keempat dan keenam, oosit sudah ada pada tahap IV, dimana pada stadia ini nukleus sebagian tidak terlihat di oosit. Dari hasil pengamatan histologis gonad, terlihat bahwa perkembangan ovarium ikan bada termasuk tipe *asynchronous*. Hal ini dikarenakan dari preparat histologis gonad ditemukan beberapa tahap perkembangan oosit yang berbeda dalam suatu ovarium. Menurut Zulfadhli *et al.* (2016), ikan *Rasbora lateristriata* termasuk kelompok ikan dengan pola asinkronous, artinya folikel telur mempunyai fase yang berbeda dalam satu ovarium di dalam waktu yang sama.

Kualitas air selama pemeliharaan induk ikan bada menunjukkan kondisi yang baik dan mendukung kehidupan ikan. Dari hasil pengukuran terlihat suhu media pemeliharaan berkisar antara 26,2-27,9 °C, kisaran suhu tersebut masih dalam kisaran suhu untuk pemeliharaan ikan bada. Pada penelitian yang dilakukan oleh Rosadi *et al.* (2014), kisaran suhu air untuk tempat hidup ikan bada adalah 25,5-31,6 °C. Nilai pH media pemeliharaan induk dan penetasan telur antara 7,1-7,7. Nilai oksigen terlarut media pemeliharaan induk 5,69-7,94 mg L⁻¹. Kisaran pH dan oksigen terlarut yang didapat masih dalam

kisaran yang mendukung untuk kegiatan pemeliharaan dan penetasan, dimana menurut SNI (1999) nilai pH untuk pemijahan dan penetasan telur pada ikan cyprinidae adalah 6,5-8,5, sedangkan nilai oksigen terlarut minimal 5 mg L⁻¹.

Simpulan

Pemberian kombinasi *spirulina* dan hormon estradiol-17 β yang ditambahkan pada pakan memberikan hasil yang tidak berbeda nyata terhadap biokimia plasma darah induk ikan bada. Penambahan hormon estradiol-17 β pada pakan meningkatkan kadar hormon estradiol-17 β pada plasma tubuh ikan bada. Pengamatan histologis perkembangan gonad menunjukkan bahwa gonad ikan bada termasuk tipe yang *asynchronous*.

Persantunan

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penelitian dan pembuatan naskah ini, sehingga akhirnya bisa menghasilkan naskah ini. Secara khusus terima kasih kami sampaikan kepada Dr. Haryono, MSi. dari Pusat Riset Biologi, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) yang telah membantu dalam identifikasi ikan bada penelitian.

Daftar pustaka

Abrar M., Defira CN, Hasri I. 2018. Pematangan gonad induk ikan depik *Rasbora tawarensis* dengan pemberian hormon PMSG+AD melalui pakan. *Jurnal Ilmu Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*. 3(3): 127–135.

Retrieved from <http://www.jim.unsyiah.ac.id/fkp/article/view/12413>.

Al Adawiyah L, Sulmartiwi L, Bodur T, Budi DS. 2019. Induction of spermiation using OvaprimTM with topical gill method in the silver rasbora (*Rasbora argyrotaenia*). *Theriogenology*. 126: 172–176. DOI:10.1016/j.theriogenology.2018.12.014.

Ahлина HF, Sudrajat AO, Budiardi T, Affandi R. 2015. Induksi pematangan gonad secara hormonal pada ikan sidat, *Anguilla bicolor bicolor* McClelland 1844 dengan penggunaan Pregnant Mare Serum Gonadotropin, anti dopamin, dan recombinant Growth Hormone. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 15(3):209–221.

Basuki F, Zairin Jr M, Sudrajat AO, Yusuf TL, Purwantara B, Toelihere MR. 2006. Pengaruh inhibitor aromatase (IA) terhadap perkembangan oosit pada ikan mas koki (*Carassius auratus*). *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*. 13(2):171–175.

Dina R, Boer M, Butet NA. 2011. Profil ukuran panjang dan tingkat kematangan gonad ikan bada (*Rasbora argyrotaenia*) pada alat tangkap yang berbeda di Danau Maninjau. *Oceanografi & Limnologi di Indonesia*. 37(1): 1-22.

Kottelat M, Whitten AJ, Kartikasari SN, Wirjoatmodjo S. 1993. *Freshwater fishes of western Indonesia and Sulawesi* (Ikan air tawar Indonesia Bagian Barat dan Sulawesi). Periplus Editions Ltd. Indonesia. 377p.

Lestari TP, Sudrajat AO, Budiardi T. 2016. Kombinasi penambahan suplemen spirulina *Spirulina plantensis* dan kunyit *Curcuma longa* dalam pakan dan induksi hormonal untuk meningkatkan kinerja reproduksi ikan tengadak *Barbonymus schwanenfeldii* (Bleeker, 1854). *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 16(3):299-308.

Longenecker K, Pauahi B, Museum B, Langston R, Franklin EC. 2020. Standard Operating Procedure for Histology- based Rapid Reproductive

- Analysis of Tropical Fishes. 87p. DOI:10.13140/RG.2.2.32587.21288/2.
- Nagahama Y, Yoshikuni M, Yamashita M, Tokumoto T, Katsu Y. 1995. Regulation of oocyte growth and maturation in fish. *Current Topics in Development Biology*. 30: 103–145. DOI:10.1016/S0070-2153(08)60565-7.
- Nasichah Z, Widjanarko P, Kurniawan A, Arfiati D. 2016. Analisis kadar glukosa darah ikan tawes (*Barbonymus gonionotus*) dari bendung Rolak Songo Hilir Sungai Brantas. In: Nugraha WA, Siswanto AD (editor). *Prosiding Seminar Nasional Kelautan 2016*: 328–333.
- Ningrum DRK, Budi DS, Sulmartiwi L. 2019. Induksi pemijahan ikan wader pari (*Rasbora argyrotaenia*) menggunakan Ovaprim™ dengan dosis berbeda. *Depik Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*, 8(2): 117–124. DOI:10.13170/depik.8.2.14076.
- Rawung LD. 2019. Pengaruh kombinasi kurkumin dan hormon tiroksin pada penampilan reproduksi induk dan pertumbuhan larva ikan lele (*Clarias gariepinus*). *Disertasi*. Institut Pertanian Bogor.
- Rawung LD, Ekastuti DR, Zairin Jr M, Rahminiwati M, Sunarma A, Manalu W. 2020. Reproductive performances and egg qualities in african catfish (*Clarias gariepinus*) broodstock supplemented with curcumin and thyroxine hormone. *Omni Akuatika*. 18(1): 32–47.
- Rosadi E, Yuli EH, Setyohadi D, Bintoro G. 2014. Distribution, composition, and abiotic environment of silver rasbora (*Rasbora argyrotaenia* Blkr) fish in upstream areas of Bariota watershed, South Kalimantan. *Journal of Environment and Ecology*. 5(1): 117-131.
- Said DS, Mayasari N. 2010. Pertumbuhan dan pola reproduksi ikan bada *Rasbora argyrotaenia* pada rasio kelamin yang berbeda. *Limnotek*: 17(2): 201-209.
- Sembiring SBM, Priyono A, Hutapea JH, Setiadharna T. 2013. Determinasi jenis kelamin pada ikan kerapu sunu (*Plectropomus leopardus*) dengan uji serologi. *Jurnal Riset Akuakultur*. 8(2): 181–189. DOI:10.15578/jra.8.2.2013.181-189.
- Sinjal H, Ibo F, Pangkey H. 2014. Evaluasi kombinasi pakan dan estradiol-17 β terhadap pematangan gonad dan kualitas telur ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal LPPM Bidang Sains dan Teknologi*. 1(1): 97-112.
- SNI: 01-6133. 1999. SNI Produksi benih ikan mas (*Cyprinus carpio* Linneaus) strain Majalaya kelas benih sebar. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Volkoff H., London S. 2018. Nutrition and reproduction in fish. In: Skinner MA (ed.). *Encyclopedia of Reproduction*. Elsevier, Amsterdam. pp. 743–748. DOI:10.1016/B978-0-12-809633-8.20624-9.
- Wahyuningsih H, Zairin Jr M, Sudrajat AO, Tumbelaka LITA, Manalu W. 2012. Perubahan plasma darah dan kematangan gonad pada ikan betina *Tor soro* di kolam pemeliharaan. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 12(1): 25–34.
- Zahri A, Sudrajat AO, Zairin Jr M. 2018. Profil hormon FSH, LH dan estradiol serta kadar glukosa darah sidat, *Anguilla bicolor bicolor* (Mc Clelland, 1844) yang dirangsang hormon HCG, MT, E2 dan anti dopamin. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 18(1): 57–67. DOI:10.32491/jii.v18i1.374.
- Zulfadhli, Wijayanti N, Retnoaji B. 2016. Perkembangan ovarium ikan wader pari (*Rasbora lateristriata* Bleeker, 1854): Pendekatan histologi. *Jurnal Perikanan Tropis*. 3(1): 32–39.

Pengaruh tepung dedak padi terfermentasi dalam pakan buatan terhadap sintasan dan nisbah konversi pakan ikan nila, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)

Effect of fermented rice bran flour in artificial feed on survival rate and feed conversion ratio of tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)

Surianti¹✉, Hasrianti¹, Wahyudi², Muh Irwan¹

¹Universitas Muhammadiyah Sidenreng Rappang.

Jalan Ang 45, Rappang 91651

²Jurusan Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10, Makassar 90245

Surel: surianti23@gmail.com, anthiafnan@outlook.com, fwahyudhi47@gmail.com,

muhirwanprima@gmail.com

Diterima: 14 Agustus 2021; Disetujui: 20 Oktober 2021

Abstrak

Usaha budidaya ikan nila sangat berpotensi untuk dikembangkan di Indonesia khususnya di Sulawesi Selatan. Akan tetapi kendala yang dihadapi dalam budidaya ikan nila yaitu pakan, harganya cukup mahal karena bahan baku masih diimpor. Salah satu upaya mengatasi ketergantungan bahan baku pakan impor adalah pemanfaatan bahan baku lokal yaitu dedak padi. Penelitian ini bertujuan menentukan jenis probiotik yang terbaik dalam menghidrolisis tepung dedak padi ke dalam pakan buatan terhadap sintasan dan nisbah konversi pakan ikan nila. Penelitian ini dilaksanakan di Kabupaten Sidenreng Rappang. Hewan uji yang digunakan adalah larva ikan nila berukuran rata-rata $1,03 \pm 0,02$ g. Wadah pemeliharaan adalah kolam terpal dengan ukuran $1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 1 \text{ m}^3$ yang diisi air tawar sebanyak 85 L. Penelitian didesain dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap yang terdiri atas empat perlakuan dan tiga ulangan. Bahan pemfermentasi yang digunakan sebagai perlakuan yaitu *Bacillus* sp., *Lactobacillus* sp., *Aspergillus nigers*, Ragi (*Acetobacter*). Pakan uji diberikan pada larva ikan nila yang ditebar sebanyak 20 ekor setiap wadah selama 60 hari pemeliharaan. Data sintasan dan nisbah konversi pakan ikan nila yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan analisis ragam (ANOVA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ikan nila yang diberi pakan dengan kandungan dedak padi terfermentasi menggunakan fermentor *Lactobacillus* sp. memberikan pengaruh yang nyata terhadap sintasan (SR) dengan nilai 85% dan nisbah konversi pakan (NKP) ikan nila dengan nilai 2,23.

Kata penting: *Acetobacter*, *Aspergillus niger*, *Bacillus* sp., dedak padi, ikan nila, nisbah konversi pakan, *Lactobacillus* sp., sintasan

Abstract

Tilapia cultivation has the potential to be developed in Indonesia, especially in South Sulawesi. However, the obstacle faced in tilapia cultivation is feed; the price is relatively high because the raw materials are still imported. One of the efforts to overcome dependence on imported feed raw materials is using local raw materials, namely rice bran. This study aims to determine the best type of probiotic in hydrolyzing rice bran flour into artificial feed on survival and conversion ratio of tilapia fish feed. This research was conducted in Sidenreng Rappang Regency. The test animals used were tilapia larvae with an average size of 1.03 g. The maintenance container is a tarpaulin pond with a size of $1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ filled with 85 L of freshwater. The study was designed using a completely randomized design consisting of four treatments and three replications. The fermenting materials used as treatment were *Bacillus* sp., *Lactobacillus* sp., *Aspergillus nigers*, Yeast (*Acetobacter*). The test feed was given to 20 tilapia larvae stocked in each container for 60 days of rearing. The survival data and feed conversion ratio for tilapia were analyzed using analysis of variance (ANOVA). The results showed that tilapia fed fermented rice bran feed using the fermenter *Lactobacillus* sp. had a significant effect on survival (SR) with a value of 85% and the feed conversion ratio (FCR) of tilapia with a value of 2.23.

Key words: *Acetobacter*, *Aspergillus niger*, *Bacillus* sp., rice bran, tilapia, feed conversion ratio, *Lactobacillus* sp., survival.

Pendahuluan

Ikan nila merupakan salah satu komoditas andalan dalam sektor perikanan karena pertumbuhan yang cepat, dan dapat dibudidayakan pada lahan yang terbatas. Selain itu, ikan nila memiliki resistensi yang relatif tinggi terhadap perubahan kualitas air dan penyakit serta mudah tumbuh dalam sistem budidaya intensif (Widyatmoko *et al.* 2019). Di Sulawesi Selatan, ikan nila disukai karena mudah dipelihara, laju pertumbuhan dan perkembangbiakannya cepat. Saat ini, untuk memenuhi permintaan ikan nila yang semakin tinggi maka produksi ikan nila mulai ditingkatkan. Peningkatan produksi ikan nila melalui budidaya secara intensif perlu dilakukan dengan pemberian pakan yang berkualitas (Putra *et al.* 2011). Akan tetapi, kendala yang dihadapi dalam budidaya ikan nila yaitu pakan. Harga pakan yang semakin mahal menyebabkan biaya produksi meningkat. Bahan baku sumber protein pada pakan seperti tepung ikan dan tepung kedelai merupakan faktor meningkatnya harga pakan (Putra 2010). Ditambah lagi, sebagian besar pelaku budidaya masih sangat bergantung pada bahan baku impor seperti tepung ikan (Surianti *et al.* 2021)^a. Adapun upaya untuk mengatasi ketergantungan terhadap bahan baku pakan impor adalah dengan memanfaatkan bahan baku lokal.

Bahan baku lokal yang digunakan harus memiliki kandungan nutrisi yang tinggi,

tidak beracun, harga relatif murah, ketersediaan melimpah, dan tidak bersaing dengan kebutuhan manusia, salah satunya dedak padi. Dedak padi merupakan salah satu bahan baku lokal yang merupakan sumber karbohidrat tetapi memiliki kekurangan yaitu tingginya serat kasar, maka alternatif yang dapat ditempuh untuk menurunkan serat kasar adalah fermentasi menggunakan probiotik. Fermentasi merupakan upaya untuk memperbaiki kualitas nutrisi, mengurangi dan bahkan menghilangkan pengaruh bahan pakan tertentu yang dapat dilakukan dengan menggunakan mikroorganisme. Fermentasi merupakan suatu proses perubahan kimiawi yang terjadi pada substrat sebagai akibat dari aktivitas suatu enzim dari mikroorganisme (Suprihatin 2010). Hidayat *et al.* (2006) menyatakan bahwa fermentasi didefinisikan sebagai perubahan gradual oleh enzim yang disebabkan beberapa bakteri, khamir, dan jamur. Keberhasilan fermentasi sangat ditentukan oleh probiotik yang digunakan.

Beberapa penelitian tentang penggunaan dedak padi sebagai salah satu bahan dalam pembuatan pakan ikan telah dilakukan Ikhwanuddin (2018) yang menyatakan bahwa penggunaan 30 % dedak padi terfermentasi menggunakan probiotik *Aspergillus niger* dapat digunakan sebagai bahan baku pakan ikan nila karena dapat meningkatkan pencernaan dan pertumbuhan ikan nila.

Penggunaan probiotik menjadi solusi internal untuk menghasilkan pertumbuhan, sintasan, dan efisiensi pakan yang optimal (Iribarren *et al.* 2012). Probiotik menurut Verschuere *et al.* (2000), adalah agen mikroba hidup yang mampu memberikan keuntungan bagi inang dengan memodifikasi komunitas mikroba atau berasosiasi dengan inang, memperbaiki nilai nutrisi dan pemanfaatan pakan, meningkatkan respon inang terhadap penyakit, dan memperbaiki kualitas lingkungannya. Berdasarkan pengertian tersebut maka aplikasi probiotik tidak hanya berfungsi sebagai agen biokontrol untuk mengurangi serangan penyakit atau bioremediasi untuk memperbaiki kualitas lingkungan, melainkan dapat pula meningkatkan nilai nutrisi pakan dan laju penyerapan nutrisi sehingga memungkinkan organisme budidaya mencapai pertumbuhan yang maksimum (Widanarni *et al.* 2012). Pemberian organisme probiotik dalam budidaya dapat diberikan melalui pakan, air maupun melalui perantara pakan hidup seperti *Rotifera* atau *Artemia*.

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan dedak padi yang difermentasi menggunakan probiotik seperti *Saccharomyces cerevisiae* memperlihatkan nilai nisbah konversi pakannya cukup tinggi, karena diduga penggunaan *Saccharomyces cerevisiae* dalam pakan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap ikan nila (Nugraha 2017). Pakan ikan dapat dikatakan bermutu tinggi apabila pakan mengandung nutrisi yang mudah dicerna oleh ikan.

Beberapa peneliti telah menggunakan jenis probiotik seperti *Bacillus sp.*, *Lactobacillus sp.*, *Aspergillus* dan *Acetobacter* tetapi belum ada kejelasan mana yang terbaik dari keempat jenis probiotik tersebut untuk menghidrolisis dedak padi sebagai salah satu bahan baku pakan ikan nila. Pemberian probiotik jenis *Bacillus sp.*, *Lactobacillus sp.*, *Aspergillus* dan ragi (*Acetobacter*) sebagai probiotik tepung dedak padi dimaksudkan untuk mengetahui jenis probiotik yang mampu meningkatkan daya cerna ikan terhadap pakan sehingga mudah diserap dan digunakan sebagai deposit untuk pertumbuhan dan sintasan ikan nila. Oleh sebab itu penelitian ini perlu dilakukan dengan tujuan untuk menentukan probiotik yang baik guna menghidrolisis dedak padi sehingga berdampak pada sintasan dan nisbah konversi pakan ikan nila.

Bahan dan metode

Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei sampai dengan Juli 2021 di Bottolita Desa Bulucenrana, Kecamatan Pitu Riawa, Kabupaten Sidenreng Rappang, Provinsi Sulawesi Selatan. Analisis proksimat pakan dilakukan di Laboratorium Ternak Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin, Makassar.

Rancangan penelitian

Penelitian ini didesain dalam Rancangan Acak Lengkap dengan empat perlakuan dan masing-masing tiga ulangan, dengan demi-

Tabel 1 Persentase bahan baku pakan pada setiap perlakuan.

Bahan baku	Perlakuan			
	A (%)	B (%)	C (%)	D (%)
Tepung ikan	35	35	35	35
Tepung kepala udang	15	15	15	15
Tepung kedelai	21	21	21	21
Dedak padi (<i>Bacillus</i> sp.)	20	0	0	0
Dedak padi (<i>Lactobacillus</i> sp.)	0	20	0	0
Dedak padi (<i>Aspergillus niger</i>)	0	0	20	0
Dedak padi (<i>Acetobacter</i>)	0	0	0	20
Tepung terigu	5	5	5	5
Minyak ikan	2	2	2	2
Jumlah (%)	100	100	100	100

Keterangan: A (Dedak padi terfermentasi *Bacillus* sp.), B (Dedak padi terfermentasi *Lactobacillus* sp.), C (Dedak padi terfermentasi *Aspergillus niger*), D (Dedak padi terfermentasi Ragi).

Tabel 2 Komposisi proksimat pakan uji.

Komposisi nutrisi	Perlakuan			
	A	B	C	D
Protein (%)	55,97	55,51	55,30	50,78
Lemak (%)	11,73	10,85	11,46	11,55
BETN (%)	8,27	9,65	8,10	8,60
Serat kasar (%)	5,42	5,06	6,28	6,87
Kadar abu (%)	18,60	18,92	18,86	17,24
Kadar air (%)	14,35	13,46	14,35	13,14

Keterangan: A (Dedak padi terfermentasi *Bacillus* sp.), B (Dedak padi terfermentasi *Lactobacillus* sp.), C (Dedak padi terfermentasi *Aspergillus niger*), D (Dedak padi terfermentasi *Acetobacter*), BETN (Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen).

kian terdapat 12 satuan percobaan. Perlakuan tersebut yaitu

- Pakan A :
Dedak padi terfermentasi *Bacillus* sp.
- Pakan B :
Dedak padi terfermentasi *Lactobacillus* sp.
- Pakan C :
Dedak padi terfermentasi *Aspergillus niger*
- Pakan D :
Dedak padi terfermentasi ragi (*Acetobacter*)

Pakan uji

Pakan uji yang digunakan adalah pakan buatan berbentuk pellet dengan menggunakan protein 30%. Persentase bahan baku pakan yang digunakan tersaji pada Tabel 1 dan hasil analisis proksimat pakan uji tersaji pada Tabel 2.

Persiapan probiotik dan pembuatan pakan.

Pakan uji dicampur dengan bakteri probiotik dengan konsentrasi $2,1 \times 10^9$ CFU. Metode pencampuran probiotik dalam bahan pakan mengacu pada metode Aslamyah

(2006) masing-masing probiotik *Bacillus sp.*, *Lactobacillus sp.*, *Aspergillus nigers*, dan ragi terlebih dahulu diencerkan dengan *Buffer Peptone Water* dan minyak ikan (dengan perbandingan 1 mL probiotik : 3 mL *Buffer Peptone Water* : 1 mL minyak ikan). Selanjutnya masing-masing perlakuan/campuran ini disemprotkan pada tepung dedak padi secara merata dengan menggunakan alat penyemprot dan didiamkan selama 2 hari. Persiapan pembuatan pakan uji diawali dengan menyiapkan bahan baku pakan. Bahan pakan ditimbang sesuai dengan komposisi pakan yang dibutuhkan, kemudian bahan pakan dicampur menjadi sebuah adonan dan dicetak dengan mesin pencetak pellet. Setelah itu pakan dikeringkan dengan oven pada suhu 65°C selama 2-3 hari. Pakan yang telah kering didinginkan pada suhu kamar, selanjutnya dimasukkan ke dalam kantong plastik dan disimpan di tempat yang kering.

Wadah dan ikan uji

Wadah yang digunakan dalam penelitian ini adalah kolam terpal berukuran 1 m x 1 m x 1 m sebanyak 12 buah dengan kapasitas masing-masing 85 L yang diisi air tawar. Pengelolaan kualitas air dilakukan dengan penggantian air. Penggantian air dilakukan dua kali sebulan dengan menggunakan selang air yang telah diselubungi kain kasa pada ujung selang.

Ikan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah larva ikan nila berukuran 1,03 ±0,02 g yang berasal dari Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan. Larva berumur tujuh

hari sebanyak 2.700 ekor diadaptasikan selama tujuh hari dalam kolam terpal. Larva ikan nila yang telah diadaptasikan ditebar secara acak ke dalam 12 kolam terpal dengan padat tebar 20 ekor pada tiap kolam dan diberi pakan uji sebanyak 5% dari bobot tubuh ikan pada pukul 08.00, 12.00, 16.00 dan 20.00 WITA selama dua bulan.

Pengecekan kualitas air dilakukan setiap hari dengan mengukur suhu menggunakan termometer, konsentrasi oksigen terlarut menggunakan DO meter, dan pH air menggunakan pH meter. Sampling dilakukan setiap 10 hari sekali untuk mengukur pertambahan bobot ikan uji dan penyesuaian jumlah pakan yang akan diberikan.

Parameter penelitian

Sintasan ikan uji dianalisis dengan rumus:

$$SR = \frac{N_t}{N_o} \times 100$$

Keterangan:

SR : persentase ikan yang hidup sampai akhir penelitian

N_t : jumlah udang yang hidup pada akhir penelitian (ekor)

N_o : jumlah udang pada awal penelitian (ekor).

Konversi pakan dihitung dengan rumus Djajasewaka (1985), yaitu :

$$NKP = \frac{F}{(W_t + D) - W_o}$$

Keterangan :

NKP = nisbah konversi pakan

W_o = bobot hewan uji pada awal penelitian (gram)

W_t = bobot hewan uji pada akhir penelitian (gram)

D = bobot ikan yang mati (gram)

F = jumlah pakan yang diberikan/konsumsi selama penelitian (gram)

Analisis data

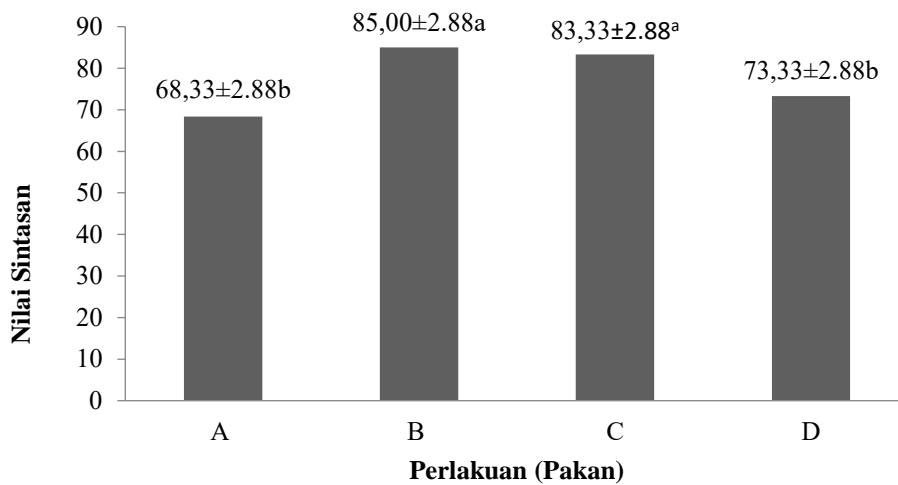
Data sintasan dan nisbah konversi pakan ikan nila yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan analisis ragam (ANOVA), bila terdapat pengaruh perlakuan dilakukan uji lanjut W-Tukey pada taraf kepercayaan 95%.

Hasil

Hasil perhitungan sintasan ikan nila setelah dilakukan pemberian pakan uji selama 60 hari disajikan pada Gambar 1. Hasil analisis ragam menunjukkan perlakuan pakan terfermentasi berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terha-

dap sintasan ikan nila. Hasil uji lanjut W-Tukey menunjukkan bahwa dedak padi terfermentasi *Lactobacillus* sp. (85,00) dan *Aspergillus niger* (83,33) memperlihatkan hasil yang sama, tetapi berbeda dengan pakan A (68,33) dan D (73,33). Pada perlakuan pemberian pakan yang mengandung dedak padi terfermentasi *Lactobacillus* sp. (Pakan B) memberikan hasil yang tertinggi yaitu 85 %.

Nisbah konversi pakan ikan nila selama pemeliharaan dan diberi pakan uji tersaji pada Tabel 3. Hasil analisis ragam menunjukkan



Keterangan : Perlakuan A (Dedak padi terfermentasi *Bacillus* sp.), B Dedak padi terfermentasi *Lactobacillus* sp.), C (Dedak padi terfermentasi *Aspergillus niger*) dan D (Dedak padi terfermentasi Ragi *Acetobacter*).

Gambar 1 Sintasan (%) ikan nila yang dipelihara selama 60 hari.

Tabel 3 Nisbah konversi pakan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) selama 60 hari.

Nisbah konversi pakan	
asi <i>Bacillus</i> sp.	2,700 ± 0,20 ^a
<i>Lactobacillus</i> sp.	2,233 ± 0,15 ^a
<i>Aspergillus niger</i>	2,967 ± 0,25 ^b
Ragi <i>Acetobacter</i>	2,600 ± 0,10 ^a

Keterangan: huruf tika atas yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata antarperlakuan $p < 0,05$)

perlakuan faktor pemberian dedak padi yang difermentasi menggunakan probiotik berbeda ke dalam pakan berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap nisbah konversi pakan ikan nila. Hasil uji W-Tukey menunjukkan bahwa dedak padi terfermentasi *Bacillus* sp. (2,700), B (2,233) dan D (2,600) memperlihatkan hasil yang sama, tetapi berbeda dengan pakan C (2,967). Pada perlakuan pemberian pakan yang mengandung dedak padi terfermentasi *Lactobacillus* sp. (Pakan B) memberikan hasil yang terbaik yaitu 2,233.

Pembahasan

Sintasan ikan dipengaruhi oleh berbagai faktor yang meliputi kondisi lingkungan, ketersediaan pakan, persaingan antar organisme, dan kondisi fisik organisme serta kualitas air. Faktor-faktor tersebut harus tetap dijaga agar sintasan ikan yang dibudidayakan tetap tinggi (Hadijah *et al.* 2019). Rerata sintasan ikan nila selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 1. Gambar 1 menggambarkan bahwa sintasan ikan nila selama penelitian memberikan hasil cukup tinggi dengan nilai sintasan tertinggi sebesar 85%. Tingginya sintasan ikan nila pada perlakuan pakan B (dedak padi terfermentasi *Lactobacillus* sp.) dikarenakan dedak padi yang telah terfermentasi kadar serat kasarnya lebih rendah dibandingkan probiotik yang lain, sehingga ikan nila dapat menyerap dan mencerna pakan yang diberikan dalam tubuhnya dengan baik. Selain itu penambahan probiotik jenis *Lactobacillus* sp. yang mampu menghasilkan bakteri yang menguntungkan dalam

saluran pencernaan ikan nila, sehingga membantu dalam proses menghambat pertumbuhan bakteri-bakteri patogen sehingga mampu meningkatkan kekebalan tubuh dan selanjutnya menghasilkan sintasan yang tinggi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Irianto (2003) bahwa probiotik merupakan mikroba yang aman dan relatif menguntungkan dalam saluran pencernaan. Mikroba ini menghasilkan zat yang tidak berbahaya bagi ikan tetapi justru menghancurkan mikroba patogen pengganggu sistem pencernaan.

Selain itu tingginya nilai protein yang terkandung di dalam pakan buatan diduga menjadi salah satu penyebab tingginya sintasan ikan nila yang difermentasi menggunakan *Lactobacillus* sp., karena protein merupakan faktor yang sangat penting dalam pertumbuhan dan sintasan organisme budidaya seperti ikan dan udang. Hal ini sesuai dengan pernyataan Nina *et al.* (2012) dan Ovie & Eze (2013), bahwa protein sangat dibutuhkan larva ikan terutama pada stadium awal, karena protein memiliki fungsi untuk memperbaiki dan mempertahankan sel-selnya. Gao *et al.* (2011) menjelaskan bahwa ikan omnivora larva seperti *Oreochromis niloticus* membutuhkan protein di atas 38%. Tingkat sintasan ikan selama pemeliharaan tergolong sangat baik. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini tidak jauh berbeda dengan penelitian Mulyani *et al.* (2014) pada ikan nila sintasan selama penelitian berkisar antara 85%.

Nisbah konversi pakan (NKP) merupakan indikator untuk menentukan efisiensi

pakan. Konversi pakan diartikan sebagai kemampuan kultivan (ikan) mengubah pakan menjadi daging (Fahrizal & Nasir 2017). Semakin besar nilai NKP, maka semakin banyak pakan yang dibutuhkan untuk memproduksi 1 kg daging. nisbah konversi pakan sangat diperlukan untuk mengetahui baik tidaknya mutu pakan yang diberikan pada ikan yang dipelihara (Widanarni *et al.* 2012). Nilai NKP menunjukkan sejauh mana pakan dimanfaatkan oleh organisme budi-daya. Nilai dari NKP yang dihasilkan selama penelitian dari 4 perlakuan dilihat pada pada Tabel 3.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan pemberian pakan dengan penambahan dedak padi yang difermentasi menggunakan probiotik berbeda berpengaruh nyata terhadap nisbah konversi pakan ikan nila. Perlakuan pakan dengan penambahan dedak padi terfermentasi menggunakan *Lactobacillus sp.* menghasilkan nisbah konversi pakan terbaik yaitu $2,233 \pm 0,15$ dibandingkan dengan perlakuan pakan menggunakan ragi yaitu $2,967 \pm 0,10$. Hal tersebut diduga dipengaruhi oleh kemampuan ikan nila dalam mencerna makanan yang diberikan. Selain itu, dengan penambahan *Lactobacillus sp.* dalam dedak padi ikan nila mampu memanfaatkan pakan yang diberikan dalam tubuhnya. Penambahan probiotik ke dalam pakan ikan dapat meningkatkan aktivitas enzim pencernaan sehingga ikan dengan mudah mencerna makanan yang diberikan. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Supriyatna *et al.* (2015) yang menyatakan bahwa enzim-

enzim pencernaan yang dihasilkan mikroba selama proses fermentasi akan membantu dalam memecah senyawa kompleks menjadi komponen-komponen sederhana sehingga pakan akan mudah diserap usus. SURIANTI *et al.*, (2021)^b menyatakan bahwa penambahan probiotik berupa *Lactobacillus sp.* dapat meningkatkan bakteri baik dalam pakan sehingga bakteri masuk ke dalam saluran pencernaan dan membantu ikan memanfaatkan pakan yang masuk ke dalam tubuhnya.

Peningkatan yang signifikan dalam parameter nisbah konversi pakan berhubungan erat dengan laju pertumbuhan, di mana hasil laju pertumbuhan yang diperoleh dalam penelitian ini adalah 19,680 (%/hari), hal tersebut karena penambahan pakan yang mengandung probiotik *Lactobacillus sp.* memberikan efek peningkatan laju pertumbuhan ikan nila. Hal ini sesuai dengan pernyataan Putri *et al* 2012 bahwa nilai nisbah konversi pakan sangat berhubungan erat dengan kualitas pakan, di mana semakin rendah nilainya maka semakin baik kualitas pakan dan makin efisien ikan dalam memanfaatkan pakan yang dikonsumsinya untuk pertumbuhan. Bobot tubuh ikan dapat meningkat dikarenakan pakan dapat dicerna secara optimal. NRC (1993) menyatakan bahwa penambahan suplemen makanan pada pakan menyebabkan perubahan kualitas bahan akibat proses fermentasi yang dilakukan oleh mikroba, mengakibatkan perubahan kimiawi dari senyawa yang bersifat kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana dan mudah dicerna sehingga

memberikan efek positif terhadap nilai pencernaan pada ikan.

Selanjutnya Putri *et al.* (2012) menyatakan dengan memanfaatkan probiotik, nisbah konversi pakan dapat ditekan oleh pembudidaya ikan. Penggunaan probiotik juga dapat mempersingkat waktu pemeliharaan. Selain itu dengan memberikan probiotik sebanyak 15 ml pada setiap 1 kg pakan akan memberikan hasil terbaik terhadap laju pertumbuhan harian sebesar 2,76% dan NKP sebesar 1,48. Nisbah konversi pakan yang efisien ditunjukkan dengan semakin besar nilai nisbah konversi pakan maka semakin banyak pakan yang dibutuhkan untuk memproduksi daging ikan sebanyak 1 kg, nilai nisbah konversi pakan ikan secara umum berkisar 1,5–2,5 (Effendi 2004).

Simpulan

Pemberian pakan dengan penambahan dedak padi terfermentasi dalam pakan menggunakan probiotik *Lactobacillus* sp. menghasilkan sintasan dan nisbah konversi pakan yang terbaik yaitu sebesar 85% dan 2,23.

Daftar pustaka

- Aslamyah S. 2006. Penggunaan mikroflora saluran pencernaan sebagai probiotik untuk meningkatkan pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan bandeng. *Disertasi*. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Djajasewaka H. 1985. *Pakan Ikan (Makanan Ikan)*. Cetakan ke-1. Yasaguna. Jakarta. 47 p.
- Effendi I. 2004. *Pengantar Akuakultur*. Penebar Swadaya, Jakarta
- Fahrizal A, Nasir M. 2017. Pengaruh penambahan probiotik dengan dosis berbeda pada pakan terhadap pertumbuhan dan rasio konversi pakan (Fcr) ikan nila (*Oreochromis Niloticus*). *Median*, 9(1): 69-80
- Gao W, Liu, Tian, Mai, Liang, Yang, Huai, Luo. 2011. Protein sparing capability of dietary lipid in herbivorous and omnivorous freshwater finfish: a comparative case study on *Ctenopharyngodon idella* and *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture Nutrition*, 17 (1): 2-12.
- Hadijah St, Jayadi, Harlina, Nurkhaliza I. 2019. Efektifitas pakan dari bungkil kelapa sawit terhadap sintasan dan pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Indonesian Tropical Fisheries*, 2(1): 32-42
- Hidayat N, Padaga MC, & Suhartini S. 2006. *Mikrobiologi Industri*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Ikhwanuddin M, Putra AN, Mustahal. 2018. Pemanfaatan dedak padi fermentasi menggunakan *Aspergillus niger* sebagai bahan baku pakan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 8(1):79–87.
- Iribarren D, Dagá P, Moreira MT, Feijoo G. 2012. Potential environmental effects of probiotics used in aquaculture. *Aquaculture International*, 20(4): 779-789.
- Irianto A. 2003. *Probiotik Akuakultur*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 125 p
- Mulyani YS, Yulisman, Fitriani M. 2014. Pertumbuhan dan efisiensi pakan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipuaskan secara periodik. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 2(1): 01-12.
- Nina S, Givskov J, Martin D. 2012. The potential of dietary polyunsaturated fatty acid to modulate eicosanoid synthesis and reproduction in *Daphnia magna*.

- Comparative Biochemistry and Physiology - Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 162(4): 449-454.
- Nugraha S. 2017. Pengaruh pemberian hasil fermentasi dedak dengan ragi roti terhadap parameter fisika dan kimia air serta pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan lele sangkuriang (*Clarias sp.*). *Jurnal Ilmu-ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*, 12(2): 33-41.
- NRC. 1993. Nutritional Requirement of Warmwater Fishes. National Academic of Science. Washington. 248 p.
- Ovie SO, Eze SS. 2013. Lysine requirement and its effect on body composition of *Oreochromis niloticus* fingerlings. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 8(1): 94-100.
- Putra I, Setiyanto DD, Wahjuningrum D. 2011. Pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan nila *Oreochromis niloticus* dalam sistem resirkulasi. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 16(1): 56-63.
- Putra AN. 2010. Kajian probiotik, prebiotik dan sinbiotik untuk meningkatkan kinerja pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Tesis*. Program Studi Ilmu Akuakultur, Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 63 p.
- Putri FS, Hasan Z, dan Haetami K. 2012. Pengaruh pemberian bakteri probiotik pada pelet yang mengandung kaliandra (*Calliandracalothyrsus*) terhadap pertumbuhan benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 3(4): 283-291.
- Suprihatin. 2010. *Teknologi Fermentasi*. UNESA Press. Surabaya.
- Supriyatna A, Amalia D, Jauhari AA, dan Holydaziah D. 2015. Aktivitas enzim amilase, lipase, dan protease dari larva *Hermetia illucens* yang diberi pakan jerami padi. *Jurnal Istek*, 9(2): 18-32.
- Surianti, Muaddama F, Putri RS, Hasrianti, Damis, Wahyudi. 2021.^a Application of Fermented Rice Bran Using *Lactobacillus sp.* in Artificial Feed For Survival Rate and FCR of Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Advances in Biological Sciences Research, Proceedings of the 3rd KOBICongress, International and National Conferences*, 4 : 529-534.
- Surianti, Muaddama F, Wahyudi, Firman SW. 2021.^b Pengaruh konsentrasi dedak padi terfermentasi menggunakan *Lactobacillus sp.* dalam pakan buatan terhadap kinerja pertumbuhan dan aktivitas enzim ikan nila, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 21(1): 11-22.
- Verschuere L, Rombaut G, Sorgeloos P, Verstraete W. 2000. Probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture. *Microbiology and Molecular Reviews*, 64(4): 655-671.
- Widanarni, Wahjuningrum D, Puspita F. 2012. Aplikasi bakteri probiotik melalui pakan buatan untuk meningkatkan kinerja pertumbuhan udang windu (*Penaeus monodon*). *Jurnal Sains Terapan*, 2(1): 19-29
- Widyatmoko, Effendi H, Pratiwi NTM. 2019. Pertumbuhan dan sintasan ikan nila, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) pada sistem akuaponik dengan padat tanaman vetiver (*Vetiveria zizanioides* L. Nash) yang berbeda. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 19(1): 157-166.

Pengaruh perbedaan tekanan dalam fine bubbles (FBs) terhadap pertumbuhan, konversi pakan ikan patin siam, *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878) dan kualitas air pada sistem akuaponik

[The affection of fine bubbles (FBs) application on growth, feed efficiency of striped catfish, *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878) and water quality in aquaponic system]

Yuli Andriani, Zahidah, Rosidah, Iskandar

Departemen Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Padjadjaran,
Jl. Raya Bandung-Sumedang, Km. 21, Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat, 45363
Surel: yuli.andriani@unpad.ac.id, ibuzah@gmail.com, rosidah@unpad.ac.id, iskandar@unpad.ac.id

Diterima: 3 Agustus 2021; Disetujui: 23 Oktober 2021

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh teknologi *fine bubble* dengan tekanan yang berbeda terhadap pertumbuhan dan efisiensi pakan benih ikan patin siam dalam sistem akuaponik. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan empat perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan A (Kontrol), Perlakuan B (FBs dengan tekanan 4,5 atm), Perlakuan C (FBs dengan tekanan 5 atm) dan perlakuan D (FBs dengan tekanan 5,5 atm). Parameter yang diamati berupa laju pertumbuhan spesifik (LPS), nisbah konversi pakan (NKP), kualitas air (suhu, pH, oksigen terlarut, dan ammonia) dan bobot rata-rata tanaman. Benih yang digunakan adalah benih ikan patin dengan umur 16-36 hari, panjang 1-2 inci dan bobot 0,26-0,29 gram. Wadah yang digunakan adalah bak fiber sebanyak 16 buah unit dengan ukuran 70 cm x 70cm x 70 cm. Pakan yang digunakan adalah pakan komersial PF 1000 dengan kandungan protein kasar 35%. Data dianalisis menggunakan sidik ragam dengan uji F pada taraf kepercayaan 95%. Perlakuan terbaik terhadap pertumbuhan ikan patin adalah perlakuan D (tekanan 5,5 atm), yang memberikan nilai LPS tertinggi sebesar $7,24 \pm 0,5\%$ dan NKP sebesar $1,19 \pm 0,09$. Nilai parameter kualitas air berada dalam kisaran yang layak untuk mendukung pertumbuhan benih ikan patin. Produktivitas tanaman terbaik terdapat pada perlakuan D dengan bobot rata-rata tanaman kangkung sebesar 60,75 gram.

Kata penting: ikan patin, *Fine Bubbles*, tekanan, pertumbuhan, konversi pakan

Abstract

This research aims to determine the effect of fine bubble technology with different pressures on Siamese catfish seed's growth and feed efficiency in an aquaponic system. This research used a completely randomized design with four treatments and three replications. Treatment A (Control), Treatment B (FBs with a pressure of 4.5 atm), Treatment C (FBs with a pressure of 5 atm and treatment D (FBs with a pressure of 5.5 atm). The parameters observed were Specific Growth Rate, Feed Conversion Ratio, water quality (temperature, pH, DO, and ammonia), and plant productivity. The seeds used were catfish seeds aged 16-36 days, 1-2 inches long, and weighed 0.26-0.29 grams. The container used is a fiber tub of 16 units with a size of 70 cm x 70cm x 70 cm. The feed used is commercial feed PF 1000 content crude protein 35%. The data were analyzed using variance with the F test at the 95% confidence level. The best treatment for catfish growth was treatment D (pressure 5.5 atm), which gave the highest SGR value of 7.24 ± 0.5 and FCR value of 1.19 ± 0.09 . The value of water quality parameters is in suitable condition for the growth of catfish seed. The best plant productivity was found in treatment D with an average weight of 60.75 g.

Keywords: catfish, fine bubbles, pressure, growth, feed conversion

Pendahuluan

Ikan patin siam (*Pangasianodon hypophthalmus*) merupakan salah satu komoditas utama yang masuk kedalam target produksi dalam perikanan budidaya nasional. Menurut data statistik Dirjen Perikanan Budidaya Kementerian Kelautan dan Perikanan 2014, produksi ikan patin di Indonesia setiap tahunnya, terus menunjukkan peningkatan mulai tahun 2010 sebesar 147,888 ton per tahun sampai tahun 2013 sebesar 972,778 ton per tahun (Zidni *et al.* 2017).

Kegiatan budidaya perikanan sering terkendala oleh keterbatasan lahan dan kualitas air yang kurang optimal, antara lain masalah limbah sisa buangan seperti ammonia yang mencemari perairan. Ammonia dalam perairan berasal dari buangan metabolik (nitrogen) dari ikan dan pakan yang tersisa dalam media budidaya. Salah satu cara untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan budidaya ikan dalam sistem akuaponik (Marissa *et al.* 2017).

Sistem akuaponik merupakan teknologi yang dapat mengurangi limbah nitrogen dari sisa metabolisme ikan melalui integrasi sistem produksi tanaman secara hidroponik ke dalam sistem akuakultur. Teknologi akuaponik merupakan kombinasi antara menanam tanaman dan budidaya ikan dalam satu wadah (Hao *et al.* 2020). Tanaman yang banyak digunakan dalam sistem akuaponik adalah tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans* Poir). Selain sebagai komoditas tanaman dalam sistem budidaya akuaponik, tanaman kangkung berfungsi juga sebagai biofilter

yang berfungsi menyerap nitrogen dalam bentuk ammonium sehingga nitrogen di air akan berkurang. Semakin banyak dan besar tanaman kangkung yang digunakan pada sistem akuaponik, maka semakin efektif dalam mereduksi amonia (Zahidah *et al.* 2017).

Oksigen terlarut pada sistem budidaya, termasuk sistem akuaponik, tidak dapat dipenuhi hanya dengan difusi alami, sehingga diperlukan sistem aerasi buatan. Beberapa hasil penelitian menyatakan bahwa penambahan aerasi buatan pada lingkungan media pemeliharaan dapat meningkatkan produktivitas ikan dalam sistem akuaponik, salah satu cara untuk meningkatkan oksigen terlarut adalah dengan penggunaan aplikasi *fine bubbles* pada kolam budidaya sistem akuaponik (Shiyang *et al.* 2013).

Fine bubbles (FBs) adalah teknologi yang memiliki prinsip kerja menginjeksi udara, nitrogen, oksigen, ozon ke dalam cairan kemudian akan menghasilkan gelembung yang sangat kecil hingga dapat larut ke air. Teknologi FBs tidak hanya digunakan di bidang perikanan, namun juga sebelumnya sudah digunakan di industri medis, kosmetik, energi, pengolahan limbah perairan, dan rekayasa pertanian (Ahmed *et al.* 2018).

Penggunaan FBs dalam kegiatan perikanan membantu dalam mengefisienkan penyediaan oksigen dalam media budidaya. Salah satu yang berperan dalam pembentukan ukuran dan jumlah gelembung udara dalam FBs adalah tekanan. Tekanan akan mengontrol laju aliran udara yang masuk ke ruang

pencampuran generator sehingga menghasilkan distribusi ukuran dan jumlah gelembung akan terkontrol didalam air. Sistem FBs dapat menyediakan oksigen dalam waktu yang lebih lama di perairan sehingga dapat menjaga kadar oksigen terlarut di perairan tetap stabil, lingkungan menjadi lebih baik, dan dapat meningkatkan pertumbuhan dan kondisi fisiologis ikan (Fadhillah 2016). Oksigen dalam bentuk FBs juga dibutuhkan untuk mengurai bahan organik yang menumpuk dalam air sehingga tidak terjadi peningkatan kadar ammonia yang berbahaya bagi hewan akuatik (Mahasri *et al.* 2019).

Beberapa penelitian menggunakan FBs telah menunjukkan hasil yang baik terhadap produktifitas kegiatan perikanan. Penggunaan FBs mampu menyediakan oksigen terlarut diatas kebutuhan ikan patin siam, menurunkan amonia hingga 0,0358 ppm jam⁻¹ L⁻¹ dan menekan pertumbuhan bakteri *Aeromonas hydrophila* (Subhan *et al.* 2018). Hasil penelitian Hata *et al.* (2019) menunjukkan performa pertumbuhan yang baik pada ikan yellowtails dan menurunnya serangan parasit *Benedenia seriolae* yang menyerang bagian kulit setelah menggunakan FBs dalam sistem budidayanya. Penggunaan FBs juga secara signifikan meningkatkan pertumbuhan harian *Oreochromis niloticus* sebanyak 2 g hari⁻¹ dibandingkan kontrol (1,6 g hari⁻¹) (Jainontee *et al.* 2019). Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan pengaruh tekanan FBs terhadap pertumbuhan ikan patin siam dan kualitas air dalam sistem akuaponik.

Bahan dan metode

Tempat dan waktu penelitian

Penelitian dilaksanakan pada 18 September - 16 Oktober 2019. Bertempat di Green House Ciparanje Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Padjadjaran, Jatinangor. Uji kualitas air dilakukan di Laboratorium Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Padjadjaran.

Sampel penelitian

Benih ikan patin yang digunakan dalam penelitian berukuran 2,95–3 cm, yang diperoleh dari stok induk ikan patin yang berasal dari Cijengkol-Subang BPBAT. Jumlah total ikan yang digunakan pada penelitian adalah 5400 ikan, dengan kepadatan 450 ikan / kontainer (70x70x70 cm³). Tanaman yang digunakan adalah kangkung darat berumur 10 hari sejak penyemaian. Arang sekam digunakan sebagai media tanam untuk tanaman selama periode pembibitan dan budidaya. Benih ikan patin diberi makan menggunakan pakan komersial PF 1000 (protein 39-41%).

Alat-alat penelitian

Bak fiber berukuran 70 cm × 70 cm × 70 cm sebanyak 12 buah. Generator *Fine bubbles* sebanyak 3 unit (tekanan 4,5 atm, 5 atm, dan 5,5 atm) dengan mesin *mixing pumps* dengan kapasitas sebesar 150 watt. Pompa digunakan untuk menarik air dari wadah pemeliharaan ikan dan dialirkan ke wadah tanaman. Pompa yang digunakan

sebanyak 12 buah dengan tegangan 220-240 volt, frekuensi 50/60 Hz, daya 70 watt, total head 3,2 m dan output 3000 L H⁻¹. Gelas plastik sebanyak 76 buah pada setiap perlakuan yang berfungsi sebagai tempat untuk wadah media tanaman. Timbangan digital dengan keakuratan 0,1 gram untuk mengukur bobot ikan. Rak besi berukuran 3 m × 1 m × 2 m untuk meletakkan pipa PVC. Millimeter blok dan penggaris untuk mengukur panjang ikan dan tanaman kangkung.

Rancangan penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas empat perlakuan dan tiga kali ulangan. Perlakuan penelitian yang diberikan adalah sebagai berikut :

- Perlakuan A
Kontrol (tanpa FBs)
- Perlakuan B
FBs dengan tekanan 4,5 atm
- Perlakuan C
FBs dengan tekanan 5 atm
- Perlakuan D
FBs dengan tekanan 5,5 atm

Instalasi akuaponik

Persiapan untuk instalasi akuaponik dilakukan dengan pembuatan rak besi. Persiapan wadah pemeliharaan berbentuk persegi dengan ukuran 70 × 70 × 70 cm³ sebanyak 16 unit. Pipa PVC 4 inci dengan panjang 4 m digunakan sebagai wadah biofilter. Sebelum PVC 4 inci dipasang, dilakukan pembuatan lubang pada PVC 4 inci menggunakan bor untuk membuat 19 lubang dengan diameter

6 cm, dengan jarak 15 cm dari mulut pipa dan 20 cm untuk setiap lubang. Gelas plastik dilubangi dengan cara disolder selanjutnya dilakukan perangkaian instalasi.

Aklimatisasi ikan

Aklimatisasi ikan dilakukan supaya ikan dapat beradaptasi dengan lingkungan yang baru sehingga ikan patin siam dapat menyesuaikan diri ketika proses penelitian berlangsung. Selain itu aklimatisasi bertujuan untuk melihat kondisi kesehatan benih ikan. Ikan patin siam yang baru dibeli disimpan di wadah aklimatisasi (bak fiber) selama satu minggu agar ikan tidak stres dan menurunkan nilai mortalitas. Pemberian pakan dilakukan secara berkala sebanyak dua kali dalam sehari (pagi pukul 09.00 WIB dan siang pukul 15.00 WIB) sebanyak 5% dari bobot biomassa agar ikan patin siam tetap mendapatkan asupan makanan ketika proses adaptasi.

Penyemaian tanaman

Proses penyemaian dilakukan dengan menanam benih dimedia arang sekam selama 10 hari. Setelah akarnya tumbuh, tanaman disortir ke dalam gelas plastik yang berisi arang sekam dan dimasukkan ke dalam lubang pipa pada instalasi akuaponik.

Pelaksanaan penelitian

Pemeliharaan dilakukan selama 28 hari. Ikan diberi makan dua kali sehari menggunakan pakan komersial PF 1000. Pemberian pakan dilakukan pada pagi hari pukul 09.00 dan sore hari pukul 15.00 WIB. Pemberian

Tabel 1 Alat/metode dan waktu pengukuran parameter pengamatan (APHA 2012)

Satuan	Alat/metode	Waktu pengukuran
°C	Termometer raksa/Pemuai	Setiap minggu
-	pH meter/Elektrometri	Setiap minggu
(mg L ⁻¹)	Winkler/Titrasi	Setiap minggu
(mg/ L ⁻¹)	Spektrofotometer/Titrasi	Setiap minggu

pakan dilakukan dengan cara satiasi sebesar 5% dari bobot total ikan dan disesuaikan dengan bobot ikan setiap tujuh hari sekali. Pengamatan pertumbuhan ikan dilakukan dengan pengukuran bobot dan panjang ikan diawal penelitian serta melakukan pengukuran parameter pertumbuhan dan kualitas air dilakukan setiap tujuh hari, dengan metode sampling. Jumlah ikan yang diambil dalam setiap sampling sebanyak 45 ekor secara acak atau 10% dari total populasi ikan.

Parameter pengamatan

Pengukuran pertumbuhan ikan dilakukan dengan menimbang bobot sampel, lalu mengukur panjang total ikan. Pengamatan laju pertumbuhan spesifik (LPS) ikan dihitung menggunakan perhitungan metode Ogunji *et al.* 2008 sebagai berikut :

$$LPS = \frac{(\ln W_t - \ln W_o)}{t} \times 100$$

Keterangan:

LPS = Laju Pertumbuhan Spesifik (%),
 W_o = Rata-rata bobot ikan uji awal (g),
 W_t = Rata-rata bobot ikan uji akhir (g),
 T = Lama Pemeliharaan Ikan (hari).

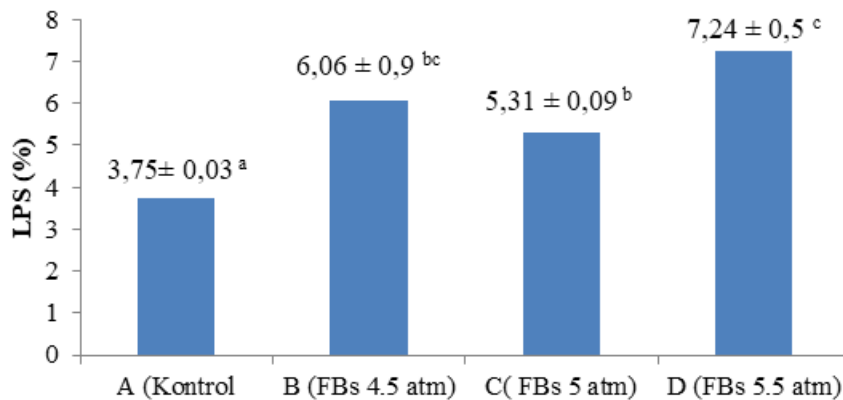
Nisbah konversi pakan (NKP) dihitung dengan rumus berdasarkan Djajasewaka & Djajadireja (1985) sebagai berikut :

$$NKP = \frac{F}{(W_t + D) - W_o}$$

Keterangan :

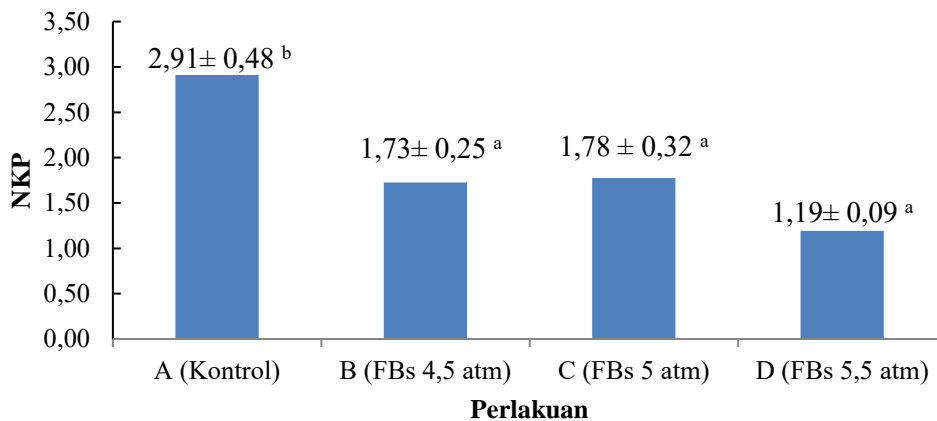
W_o = Bobot hewan uji pada awal penelitian
 W_t = Bobot hewan uji pada akhir penelitian
 D = Bobot ikan yang mati
 F = Jumlah pakan yang dikonsumsi.

Pengamatan kualitas air dalam penelitian ini meliputi pengukuran konsentrasi ammonia, suhu, oksigen terlarut, dan pH. Pengambilan sampel air dan pengamatan parameter dilakukan setiap minggu selama penelitian. Sampel air yang diuji yaitu air pada wadah pemeliharaan ikan dan pada air yang telah melewati biofiltrasi untuk setiap perlakuan, kecuali kontrol hanya pada wadah pemeliharaan saja. Pengukuran kualitas air penting dalam penelitian ini, karena kualitas air yang baik dapat memengaruhi pertumbuhan ikan patin. Parameter yang digunakan dalam pengukuran parameter fisika dan kimia air tercantum pada Tabel 1.



Gambar 1 Laju pertumbuhan spesifik ikan patin siam selama 28 hari pemeliharaan

Keterangan: Nilai yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf kepercayaan 95%.



Gambar 2 Nisbah konversi pakan ikan patin siam selama 28 hari pemeliharaan

Keterangan : Nilai yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf kepercayaan 95%

Pengamatan produktivitas tanaman dilakukan dengan mengukur bobot rata-rata tanaman kangkung darat. Pengamatan pertambahan bobot tanaman diukur dengan menggunakan rumus Ogunji *et al.* 2008:

$$\text{Bobot tanaman} = \text{Bobot akhir} - \text{Bobot awal}$$

Analisis data

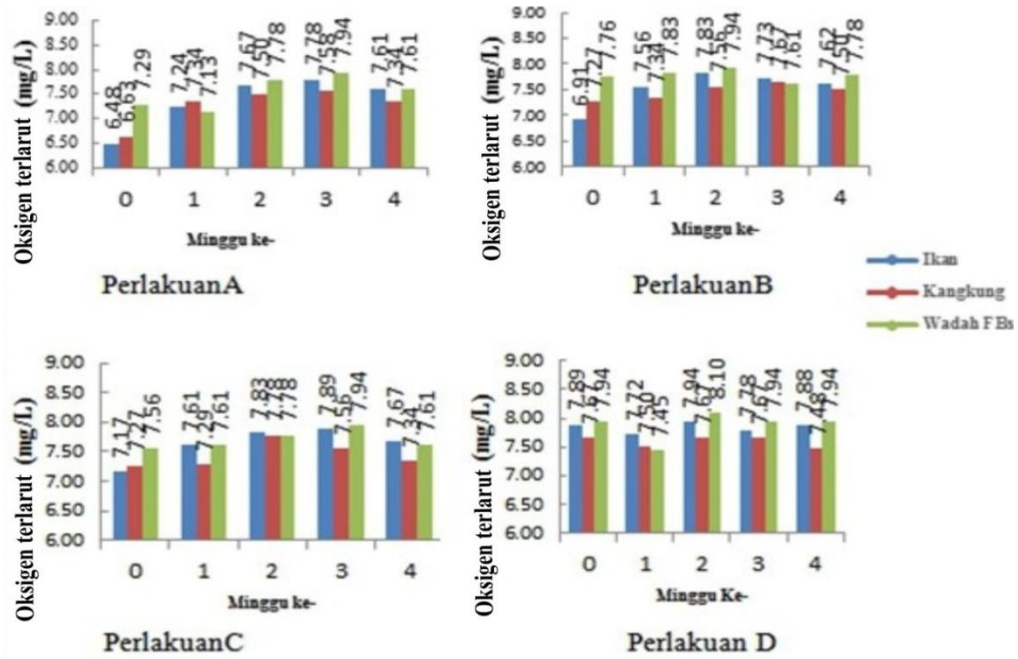
Data penelitian pertumbuhan dan NKP benih patin dianalisis menggunakan sidik

ragam dengan uji F pada taraf kepercayaan 95%. Apabila terdapat perbedaan yang nyata antara perlakuan, maka pengujian dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan dengan taraf kepercayaan 95%.

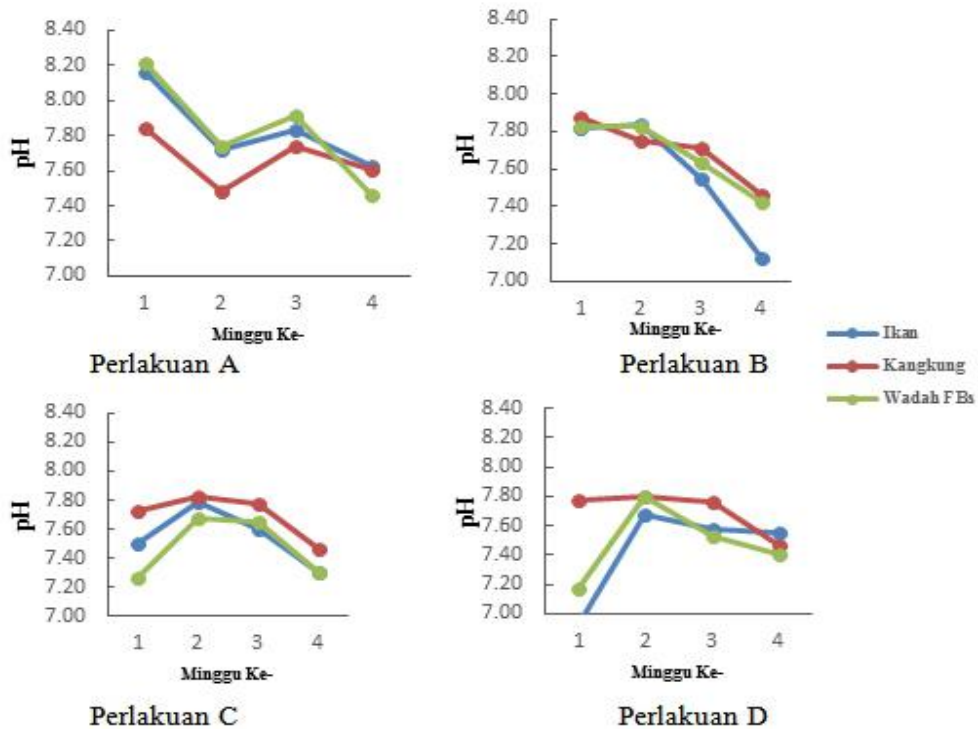
Hasil

Laju pertumbuhan spesifik

Peningkatan bobot benih ikan patin pada masing-masing perlakuan selama 28 hari



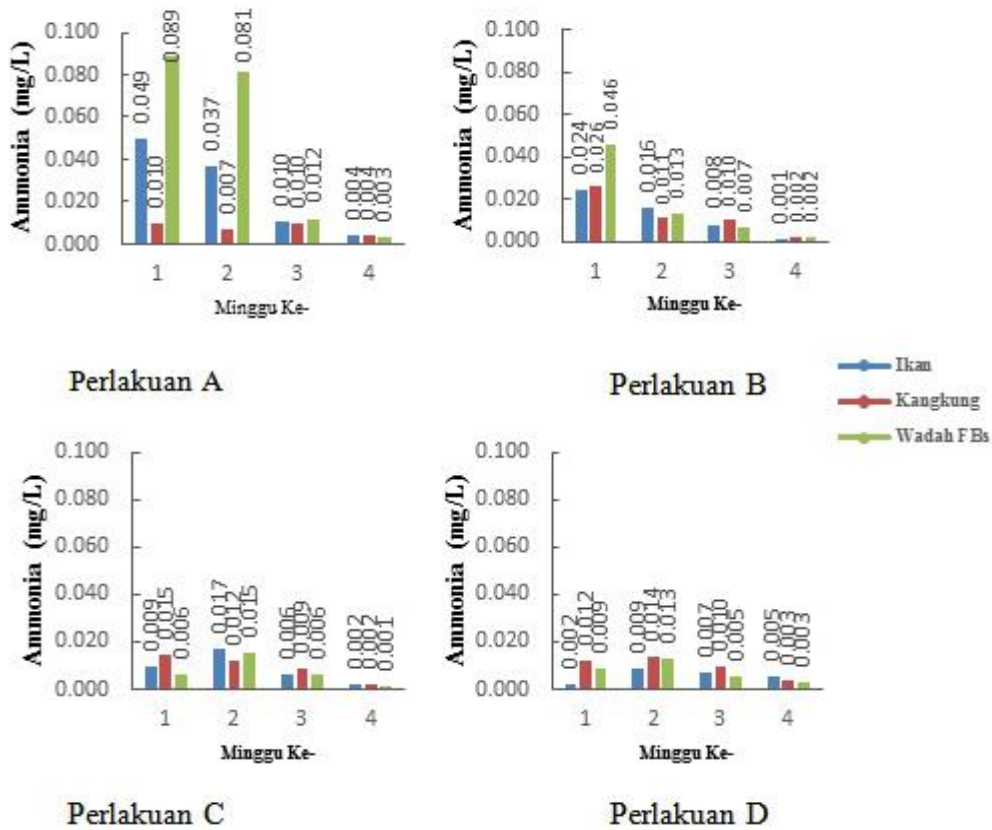
Gambar 3 Konsentrasi oksigen terlarut



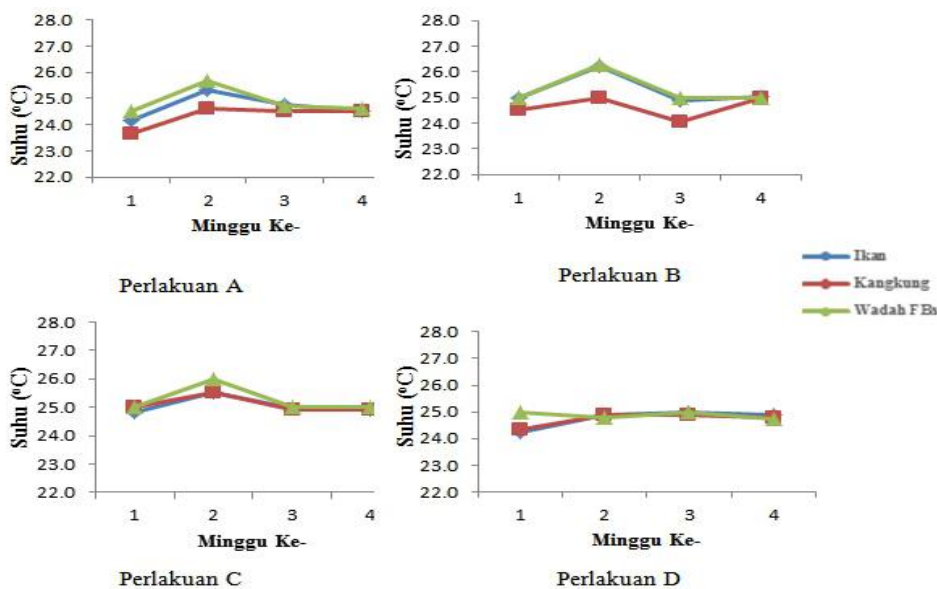
Gambar 4. Nilai pH selama 28 hari penelitian

penelitian, menunjukkan bahwa budidaya sistem akuaponik ditambah *fine bubbles* dengan tekanan yang berbeda memberikan pengaruh yang berbeda pula terhadap pertumbuhan

benih ikan patin ($P > 0,05$) dengan nilai LPS berkisar 3,75-7,24%. Laju pertumbuhan tertinggi terdapat pada perlakuan D (tekanan 5,5 atm) $7,24 \pm 0,5\%$ (Gambar 1).



Gambar 5 Hasil pengukuran ammonia selama 28 hari penelitian



Gambar 6 Nilai suhu selama 28 hari penelitian

Nisbah Konversi Pakan

Nisbah konversi pakan (NKP) merupakan perbandingan antara bobot pakan yang

diberikan dengan bobot ikan yang dihasilkan. Semakin kecil nilai konversi pakan, berarti tingkat pemanfaatan pakan semakin baik,

begitu juga sebaliknya semakin besar nilai konversi pakan menandakan tingkat pemanfaatan pakan semakin rendah. Hasil perhitungan NPK (Gambar 2) menunjukkan bahwa antarperlakuan terdapat perbedaan yang nyata.

Kualitas Air

Oksigen berperan penting sebagai indikator kualitas air, karena oksigen terlarut berperan dalam proses oksidasi dan reduksi senyawa organik dan anorganik (Andriani *et al.* 2019b).

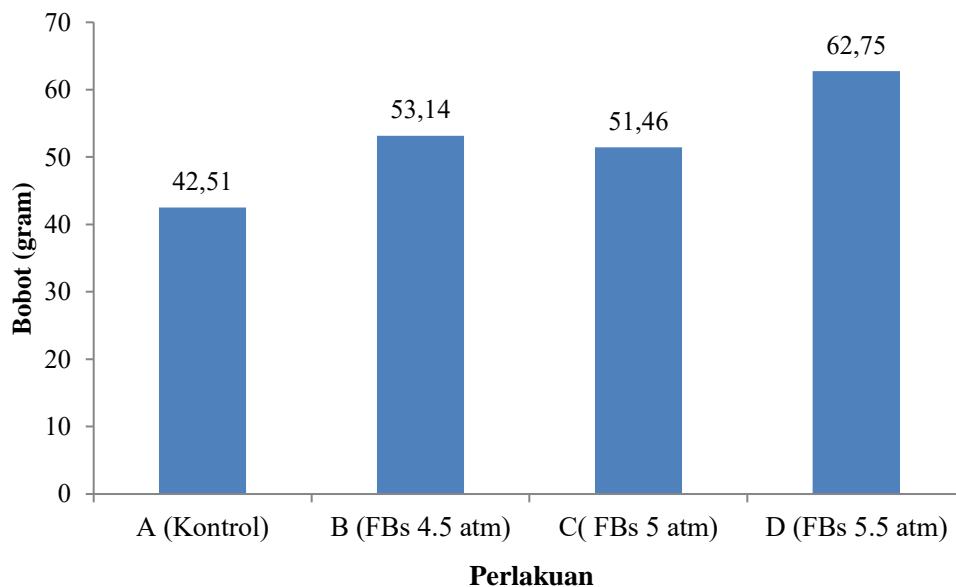
Hasil pengukuran konsentrasi oksigen terlarut pada wadah pemeliharaan, wadah kangkung dan wadah penampungan (FBs) ikan patin dapat dilihat pada Gambar 3. Nilai pH merupakan nilai ion hidrogen (H^+) yang berada didalam air. Air yang mengandung banyak ion H^+ akan bersifat asam sedangkan air dengan sedikit ion H^+ akan menjadi basa

(alkali). Pengukuran pH menunjukkan kisaran antara 7,00 - 8,20 (Gambar 4).

Ammonia merupakan salah satu faktor pembatas karena merupakan zat beracun, nilainya bergantung kepada kepadatan ikan serta proses pengolahan air media pemeliharaan. Hasil pengukuran nilai ammonia pada media pemeliharaan benih ikan patin, wadah kangkung dan wadah penampungan (FBs) dapat dilihat pada Gambar 5.

Suhu merupakan salah satu faktor penting yang memengaruhi kehidupan ikan. Suhu air pada media pemeliharaan benih ikan patin siam secara langsung dapat memengaruhi laju metabolisme dan nafsu makan pada ikan. Nilai suhu selama penelitian berlangsung berkisar 24,17 – 26,23 °C (Gambar 6).

Produktivitas tanaman dapat dilihat dari pertambahan bobot tanaman. Rata-rata bobot



Gambar 7 Bobot rata-rata tanaman kangkung

tanaman setiap perlakuan terlihat pada Gambar 7.

Pembahasan

Laju pertumbuhan spesifik

LPS perlakuan A (kontrol) lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya (B, C, dan D). hal tersebut disebabkan karena peran dari FBs pada perlakuan B, C, dan D. Pemberian FBs dapat memberikan pengaruh terhadap wadah pemeliharaan ikan diantaranya adalah meningkatkan konsentrasi oksigen terlarut di wadah pemeliharaan sehingga dapat mempercepat aliran darah dan meningkatkan pertumbuhan ikan (Serizawa 2017).

Berdasarkan hasil Uji Duncan, diketahui bahwa nilai LPS benih patin berkisar dari 3,75-7,24 %. SGR tersebut lebih baik dibandingkan penelitian Asis *et al.* (2017) dengan kepadatan yang sama yaitu 3 ekor L⁻¹ menghasilkan LPS sebesar 2,80 %. Hal tersebut disebabkan pada penelitian ini ada komponen tambahan pada instalasi akuaponik yaitu FBs. Penambahan FBs dengan tekanan yang berbeda akan menghasilkan konsentrasi oksigen yang berbeda, Arumugam (2015) menyatakan bahwa tekanan sebesar 3,6 atm, 3,8 atm, 4,4 atm dan 5,2 atm akan menghasilkan ukuran gelembung secara berurutan sebesar 54,481 µm, 39,403 µm, 34,456 µm dan 30,152 µm, serta memengaruhi konsentrasi oksigen terlarut secara berurutan sebesar 7,73 mg/L, 8,30 mg L⁻¹, 8,55 mg L⁻¹ dan 8,82 mg L⁻¹. Penelitian Andinet *et al.* (2015) menyatakan penggunaan tekanan sebesar 2,5 atm, 3,5 atm dan 4,5 atm dapat

meningkatkan konsentrasi oksigen terlarut dari 4 mg L⁻¹ hingga 10 mg L⁻¹. Penambahan FBs akan meningkatkan konsentrasi oksigen sehingga dapat mempertahankan kualitas air yang akan mendukung pertumbuhan ke arah yang optimal (Hui & Xia 2017).

Nisbah konversi pakan (NKP)

NKP perlakuan A (kontrol) lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya (B,C, dan D). hal tersebut disebabkan peran dari FBs pada perlakuan B,C, dan D. NKP terendah dapat dilihat pada perlakuan D yaitu dengan rata-rata sebesar 1,19. Rendahnya nilai NKP pada perlakuan D dapat diartikan mempunyai nilai NKP yang paling bagus dikarenakan pemanfaatan pakan untuk pertumbuhan sangat efisien, hal ini disebabkan pola nafsu makan ikan yang besar sehingga kebutuhan pakan yang digunakan untuk pertumbuhan terpenuhi. Dibandingkan dengan perlakuan kontrol yang terlihat nafsu makannya tidak besar sehingga menghasilkan nilai NKP yang tinggi. Nilai NKP yang rendah pada perlakuan D, juga disebabkan adanya pasokan oksigen terlarut berkisar 7,48-8,1 mg L⁻¹ yang berasal dari FBs pada media pemeliharaan ikan, sehingga kualitas air pada media budidaya pemeliharaan D lebih bagus dibandingkan dengan kontrol. Penggunaan *Fine bubbles* dapat memberikan kelarutan oksigen yang lebih tinggi yaitu rata-rata sebesar 7,8 mg L⁻¹. Menurut Alfia (2013), peningkatan mutu air akan berpengaruh kepada nafsu makan ikan, saat mutu air semakin baik maka nafsu makan ikan akan

meningkat, asupan pakan kedalam tubuh ikan pun meningkat sehingga nilai NKP menjadi rendah. Kualitas air yang normal dan sesuai dengan kisaran toleransi organisme budidaya selama pemeliharaan tidak membatasi pertumbuhan, konversi pakan, dan sintasan organisme budidaya (Widarnani *et al.* 2012).

Kualitas air

Nilai oksigen terlarut pada perlakuan A (kontrol) cenderung lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan B, C dan D. Hal ini karena dengan menggunakan FBs dapat menghasilkan oksigen yang tinggi dengan ukuran gelembung yang kecil. Semakin kecil diameter gelembung akan meningkatkan ketahanan gelembung berada di dalam air dan pada akhirnya akan meningkatkan transfer gas dan kelarutan oksigen terlarut (Marui 2013). Konsentrasi oksigen terlarut pada wadah pemeliharaan ikan berkisar 6,48-7,94 mg L⁻¹. Hal tersebut lebih baik dari penelitian akuaponik sebelumnya yang menyatakan bahwa oksigen terlarut pada wadah pemeliharaan ikan sistem akuaponik berkisar 3,4-5,8 mg L⁻¹ (Andriani *et al.* 2019a).

Berdasarkan nilai rata-rata pH setiap perlakuan dapat disimpulkan bahwa nilai pH pada media pemeliharaan benih ikan patin masih berada pada ambang batas yang sesuai untuk pemeliharaan benih ikan patin. Hal ini sesuai dengan SNI (Standar Nasional Indonesia) : 01-6483.4– 2000 kisaran pH untuk kegiatan budidaya ikan patin adalah 6,5–8,5. Penurunan nilai pH disebabkan ukuran ikan semakin bertambah sehingga jumlah sisa

metabolisme yang dihasilkan akan semakin banyak yang kemudian menyebabkan penurunan kualitas air. Pernyataan tersebut sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa penurunan pH pada sistem budidaya akuaponik disebabkan oleh degradasi kualitas air yang disebabkan oleh sisa pakan, feses ikan, pertumbuhan ikan dan tanaman, respirasi alga, dan menurunnya CO₂ di dalam air (Zidni *et al.* 2013).

Nilai ammonia pada media pemeliharaan ikan patin berkisar 0,002-0,049 mg L⁻¹. Menurut Somerville *et al.* (2014) nilai ammonia optimum pada sistem akuaponik adalah kurang dari 1 mg L⁻¹. Selama penelitian terlihat ammonia mengalami penurunan. Hal tersebut sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan kadar ammonia pada sistem akuaponik dapat diturunkan, hal ini menunjukkan bahwa tanaman yang digunakan mampu memberikan pengaruh pada konsentrasi nilai ammonia. Selain itu dengan penambahan FBs, konsentrasi ammonia dapat diturunkan, sesuai penelitian sebelumnya bahwa penggunaan FBs mampu menurunkan konsentrasi ammonia pada pemeliharaan benih ikan patin dengan penurunan ammonia sebesar 0,0358 mg jam⁻¹ L⁻¹ (Subhan *et al.* 2018).

Nilai suhu pada ketiga wadah perlakuan jika dibandingkan (wadah pemeliharaan ikan, kangkung dan FBs) terlihat bahwa suhu tertinggi berada pada wadah FBs pada setiap perlakuan. Hal itu dikarenakan oleh aliran air yang melewati filtrasi tanaman kangkung. Hal ini sesuai dengan pernyataan Samsundari

& Wirawan (2013), yang menyatakan bahwa suhu air yang sudah melewati filtrasi tanaman akan mengalami kenaikan dan cenderung akan stabil. Tingginya suhu pada sistem akuaponik disebabkan oleh peran sistem resirkulasi dan biofilter dimana air dipompa dari media pemeliharaan ikan dan selanjutnya terjadi gesekan mekanis antara partikel air, media tanaman dan akar tanaman sehingga suhu air akan meningkat (Zidni *et al.* 2019).

Produktivitas tanaman

Pertumbuhan tanaman kangkung menunjukkan tanaman kangkung pada perlakuan FBs lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol. Hal itu karena pada perlakuan FBs ketersediaan oksigen terlarut lebih banyak dibandingkan penelitian Andriani *et al.* (2019a), sehingga kinerja bakteri nitrifikasi akan semakin baik. Kelimpahan oksigen dalam media budidaya pada gilirannya akan menyebabkan ketersediaan nutrient baik nitrat maupun nitrit semakin banyak untuk mendukung pertumbuhan tanaman kangkung. Selain itu, kangkung merupakan tanaman yang dinilai paling sesuai dibudidayakan dalam sistem akuaponik mampu menghasilkan produksi yang tinggi, dan merupakan biofilter yang lebih efektif untuk aquaponik dibandingkan dengan tanaman lain seperti selada (Andriani 2020). Ketersediaan nutrien yang tinggi akan meningkatkan produktivitas tanaman akuaponik (Setijaningsih *et al.* 2015).

Simpulan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan *Fine bubbles* (FBs) dengan tekanan 5,5 atm efektif dalam meningkatkan pertumbuhan dan nilai konversi pakan benih ikan patin dalam sistem akuaponik. Penggunaan FBs dengan perlakuan D (tekanan 5,5 atm) memberikan hasil terbaik dengan laju pertumbuhan spesifik sebesar 7,24% dan nilai konversi pakan sebesar 1,19. Kualitas air terbaik terdapat pada perlakuan D (tekanan 5,5 atm) memberikan hasil oksigen terlarut berkisar 7,48-8,1 mg L⁻¹, pH berkisar 7,00-7,70, suhu berkisar 24-25°C dan ammonia berkisar 0,002-0,014 mg L⁻¹. Produktivitas tanaman terbaik terdapat pada perlakuan D dengan bobot rata-rata tanaman kangkung sebesar 60,75 gram.

Daftar pustaka

- Ahmed AKA, Shi X, Hua L, Manzueta L, Qing W, Marhaba T, Zhang, W. 2018. Influences of air, oxygen, nitrogen, and carbon dioxide nanobubbles on seed germination and plant growth. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66: 5117–5124.
- Alfia RAE, Arini, T, Elfitasari. 2013. Pengaruh kepadatan yang berbeda terhadap kelulushidupan dan pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada sistem resirkulasi dengan filter bioball. *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 2(3): 86-93
- Andinet TK, Kim I, Lee JP. 2015. Effect of microbubble generator operating parameters on oxygen transfer efficiency in water. *Desalination and Water Treatment*, 57(54): 26327–26335.

- Andriani Y, Zahidah H, Ayi Y, Junianto, Iskandar, Eka H. 2019a. Productivity of various plants in aquaponics systems. *Global Scientific Journal*, 7(11): 76-84
- Andriani Y, Yayat D, Zahidah H. 2019b. The productivity of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) and water quality condition in different filters in aquaponics system. *Global Scientific Journals*, 7(6): 591-597.
- Andriani Y, Zahidah, Dhahiyat Y, Hamdani H, Dewi R. 2020. Lettuce and water spinach growth in silver catfish (*Pangasius* sp) culture using aquaponic system. *Jurnal Agro*, 7(2), 148-157.
- APHA (American Public Health Association). 2012. *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water*. 23rd Edition. Washington (US): APHA.
- Arumugam P. 2015. Understanding the fundamental mechanisms of a dynamic micro-bubble generator for water processing and cleaning applications. *Thesis*. Department of Mechanical and Industrial Engineering. University of Toronto.
- Asis AM, Sugihartono M, Ghofur M. 2017. Pertumbuhan ikan patin siam (*Pangasianodon hypophthalmus* F.) pada pemeliharaan sistem akuaponik dengan kepadatan yang berbeda. *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau*, 2(2): 51-57.
- Djajasewaka H, Djajadireja R. 1985. Pengaruh makanan buatan dengan kandungan serat kasar berbeda terhadap pertumbuhan ikan mas. *Buletin Penelitian Perikanan Bogor*, 1(5): 55-57
- Fadhillah M. 2016. *The Future of Biotechnology and Nano Biotechnology*. Department of Bioscience and Biotechnology, Kyushu University, Japan.
- Hao Y, Ding K, Xu Y, Tang Y, L Dong, Li G. 2020. States, trends, and future of aquaponics research. *Sustainability*, 12(7783):1-14.
- Hata T, Nishiuhchi Y, Minagawa H. 2019. Development of new agriculture and aquaculture technology using fine bubbles. *International Journal of Plasma Environmental Science & Technology*, 12(2): 39-43.
- Hui L, Xia Z. 2017. Application of ozone micro-nano-bubbles to ground water remediation. *Journal of Hazardous Materials*, 342: 446-453.
- Jainontee K, Norarat R, Boonchuay S, Thongdon-a R, Unsing A, Booncharoen. 2019. Preliminary study of the effects of air-fine (micro/nano) bubbles (FB) on the growth rate of tilapia in Phan District, Chiang Rai, Thailand. *International Journal of Plasma Environmental Science & Technology*, 12(2): 84-88.
- Marissa BP, Mulyadi, Tang UM. 2017. Pemeliharaan ikan patin siam (*Pangasius hypophthalmus*) dengan sistem resirkulasi pada wadah dengan bentuk yang berbeda. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 4(2):1-7.
- Mahasri G, Harifa AI, Sudarno. 2019. Oxygen dissolved nanobubble technology improved the quality of pacific white shrimp cultivation. *Indian Veterinary Journal*, 96(05): 37-39.
- Marui T. 2013. An Introduction to Micro/nano bubbles and their application. *Journal of Systemics, Cybernetics, and Informatics*, 11(4): 68-73
- Ogunji J, Toor RS, Schulz C, Kloas W. 2008. Growth performance, nutrient utilization of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed housefly manggot meal diets. *Tourkish Journal and Fisheries and Aquatic Science*, 8(1): 141-147
- Samsundari S, Wirawan GA. 2013. Analisis penerapan biofilter dalam sistem resirkulasi terhadap mutu kualitas air budidaya ikan sidat (*Anguilla bicolor*). *Jurnal Gamma*, 8(2) : 86-97
- Serizawa A. 2017. Fundamentals and applications of micro/nano bubbles.

- internasional symposium on application of high voltage, plasmas and micro/nano bubbles to agriculture and aquaculture. Rajamangala University of Technology Lanna Chiang Mai, Thailand
- Setijaningsih L, Suryaningsih LH. 2015. Pemanfaatan limbah budidaya ikan lele (*Clarias batrachus*) untuk ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan sistem resirkulasi. *Jurnal Ilmu-ilmu Hayati*, 14(3): 287-293.
- Shiyang ZL, Gu T, Ling, Xiaoli L. 2013. Impact of different aeration approaches on dissolved oxygen for intensive culture ponds. *Transaction of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 29(4): 169- 172
- Somervilla C, Cohen M, Pantanella E, Stankus A, Lovatelli A. 2014. Small-scale aquaponic food production integrated fish and plant farming. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 589*. 262 pp.
- Subhan U, Muthukannan V, Azhary SY, Mulhadi MF, Rochima E, Panatarani C, Joni MI. 2018. Development and performance evaluation of air fine bubbles on water quality of Thai catfish rearing The 1st International Conference and Exhibition on Powder Technology Indonesia (ICePTi), 8-9 August 2017. Universitas Padjadjaran, Indonesia
- Widarnani, Wahjuningrum D, Puspita F. 2012. Aplikasi bakteri probiotik melalui pakan buatan untuk meningkatkan kinerja pertumbuhan udang windu (*Penaeus monodon*). *Jurnal Sains Terapan*. Edisi II. 2(1) : 32-49
- Zahidah H, Andriani Y, Dhahiyat Y, Sahidin A, Rubiansyah MR. 2017. Pertumbuhan tiga jenis ikan dan kangkung darat (*Ipomoea reptans* Poir) yang dipelihara dengan sistem akuaponik. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 17(2):175-184
- Zidni I, Herawati T, Liviawaty E. 2013. Pengaruh padat tebar terhadap pengaruh benih lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*) dalam sistem akuaponik. *Jurnal perikanan dan kelautan*, 4(4) :315-324.
- Zidni I, Yustiati A, Iskandar, Andriani Y. 2017. Pengaruh modifikasi sistem budidaya terhadap kualitas air dalam budidaya ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 7(2): 125-135.
- Zidni I, Iskandar, Rizal A, Andriani Y, Ramadan R. 2019. Efektivitas sistem akuaponik dengan jenis tanaman yang berbeda terhadap kualitas air media budidaya ikan. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 9(1) : 81-94.

Effectiveness of lactic acid bacteria to increase the body resistance of common carp, *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758 against *Aeromonas hydrophila*

Efektivitas bakteri asam laktat dalam meningkatkan daya tahan tubuh ikan mas *Cyprinus carpio* terhadap serangan bakteri *Aeromonas hydrophila*

Rosidah¹, Yuniar Mulyani¹, Walim Lili¹, Fitriie Mellianawaty Pratiwy¹✉, Afifah Shabirah², Juli A Sinaga²

¹Lecturer, Faculty of Fisheries and Marine Science Universitas Padjadjaran

²Student, Faculty of Fisheries and Marine Science Universitas Padjadjaran

Fisheries Department, Faculty of Fisheries and Marine Science, Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Bandung-Sumedang Km. 21, Jatinangor, Kab. Sumedang, Jawa Barat, 45363, Indonesia

Diterima: 12 Mei 2021; Disetujui: 27 Oktober 2021

Abstract

This study aims to find out the right lactic acid bacteria (LAB) isolates to improve the common carp body's immune system against the attack of the *Aeromonas hydrophila* bacterium. Lactic Acid Bacteria (LAB) isolates were obtained from the organs of the common carp intestine. The study used a Completely Randomized Design consisting of four treatments and three replications. The treatment used was immersion of test fish for 24 hours in several isolates of LAB with a density of 10^8 cfu ml⁻¹, namely A: without LAB isolate (control), B: isolate CcB7, C: isolate CcB8, D: isolate CcB15. Immersion is done three times with a frequency of seven days. Parameters observed included clinical symptoms, survival rate, red and white blood cell counts. The results showed the immersion of LAB isolate CcB15, namely *Lactobacillus gasseri* was most effective for increasing the body's resistance to Common Carp, which was demonstrated by mild clinical symptoms and faster recovery, high fish survival rate (83.33%), and number of cells the highest white blood count of $147,47 \times 10^3$ cell mm⁻³ (an increase in white blood cells by 38%).

Keywords: *Aeromonas hydrophila*, clinical symptoms, fingerling of common carp, immunostimulant, lactic acid bacteria, survival rate.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan isolat bakteri asam laktat (BAL) yang tepat untuk meningkatkan daya tahan tubuh ikan mas terhadap serangan bakteri *Aeromonas hydrophila*. Isolat Bakteri Asam Laktat (BAL) diperoleh dari organ usus ikan mas. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap yang terdiri atas empat perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan yang digunakan adalah perendaman ikan uji selama 24 jam pada beberapa isolat BAL dengan kerapatan 10^8 cfu ml⁻¹ yaitu A: isolat tanpa BAL (kontrol), B: isolat CcB7, C: isolat CcB8, D: isolat CcB15. Perendaman dilakukan tiga kali dengan frekuensi tujuh hari. Parameter yang diamati meliputi gejala klinis, tingkat sintasan, jumlah sel darah merah dan putih. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perendaman isolat BAL CcB15 yaitu *Lactobacillus gasseri* paling efektif untuk meningkatkan daya tahan tubuh terhadap ikan mas, yang ditunjukkan dengan gejala klinis ringan dan pemulihan lebih cepat, tingkat sintasan ikan tinggi (83,33%) dan jumlah sel tertinggi. jumlah darah putih $147,47 \times 10^3$ sel mm⁻³ (peningkatan sel darah putih sebesar 38%).

Kata penting : *Aeromonas hydrophila*, gejala klinis, yuwana ikan mas, imunostimulan, bakteri asam laktat, sintasan.

✉ Penulis korespondensi

Alamat surel: fitriie.pratiwy@unpad.ac.id

Introduction

Common carp (*Cyprinus carpio* L.) is one type of freshwater consumption fish which has significant economic value, contains omega 3 and low fatty acids so that it can be used as a source of animal protein that is relatively inexpensive to meet human nutritional needs and is safe for health because it can reduce the increase in cholesterol in the blood (Patriono *et al.* 2009) Another advantage of common carp is that it is quite easy to maintain. Therefore, common carp are in great demand, so the need for common carp continues to increase. According to fisheries data of West Java Province, common carp production in the last three years (2014-2016) has continued to grow, so that the total production in 2016 reached 213,536 tons (Ministry of Maritime Affairs & Fisheries 2016)

The main problem in common carp cultivation is the occurrence of infectious bacterial diseases that result in a decrease in fish production. To overcome this problem, generally use various antimicrobial compounds such as antibiotics and other chemicals. However, the application of antibiotics during fish production can cause other problems, namely bacteria resistant to antibiotics and food safety, because antibiotics accumulate in the fish's body (Lipsitch 2001).

Aeromonas hydrophila is a pathogenic bacterium that commonly attacks freshwater fish, including common carp. This bacterium causes haemorrhagic septicemia, which is characterized by a bulging stomach, ulcus, lesions, abscesses of the skin, exophthalmia,

and bleeding, especially in the gills and operculum (Kaleeswaran *et al.* 2011, Sahoo *et al.* 2011). This bacterial attack can cause a decrease in fish production up to 80% (Hardi & Pebrianto 2012). The attack of *A. hydrophila* has a significant impact on the decline in fish production, and the use of antibiotics causes resistant bacteria and affect the health status of fish. It is necessary to seek safer alternative methods without any side effects to control the attack of *A. hydrophila* in common carp.

Some bacteria, including lactic acid bacteria (LAB), namely *Lactobacillus* spp., *Bacillus* spp., and *Lactococcus* spp., have been commonly used as a probiotic to improve fish growth (Harikrishnan *et al.* 2010, Geng *et al.* 2012). *Bacillus* sp. isolated from the intestines of fish from coastal areas in Japan produce antimicrobial compounds that can inhibit the growth of pathogenic microorganisms in cultivated fish (Sugita *et al.* 1998). The bacteria isolated from the intestines of freshwater fish (*Providencia aeruginosa* VSG-2) have shown potential as probiotics and antibacterial activity against *A. hydrophila* (Giri *et al.* 2012). Recent research shows that cellular components of *Kocuria* probiotics SM1 and SM2 have been shown to induce body immunity of rainbow trout against *Vibrio anguillarum* infection (Sharifuzzaman *et al.* 2011).

The probiotic cellular component has been used as an immunostimulant to enhance fish's innate and adaptive immune response, thus providing benefits to prevent disease attacks. Immunostimulants are a group of

biological and synthetic compounds that can increase non-specific resistance by interacting directly with cells that activate the immune system in the fish's body (Rawung & Manoppo 2014). Cells found in leukocytes that can activate the immune system are phagocytic cells (Abbas *et al.* 2010).

Some previous studies found that isolated lactic acid bacteria (LAB) from common carp intestine (*Cyprinus carpio* L.) have the potential as immunostimulants to prevent common carp from bacterial infection with *Aeromonas hydrophila*, indicated by antagonistic tests between lactic acid bacteria and fish pathogenic bacteria, and showing a high inhibition zone for CcB7, CcB8 and CcB15 isolates (Rosidah *et al.* 2018). The purpose of this study was to determine the best lactic acid bacteria (LAB) isolates in improving the body's immune system against the attack of the *Aeromonas hydrophila* bacterium.

Materials and methods

The research material used included 60 common carp with an average size of 10 cm, lactic acid bacteria (LAB) isolates, namely CcB7, CcB8, and CcB15 isolated from common carp intestines and *Aeromonas hydrophila* bacteria with a density of 10^8 CFU mL⁻¹. The tools used include 12 pieces of aquarium (40x30x30) cm³, UTE digital scales, filter paper Whatman no. 42, haemocytometer, hand counter, pH meter, DO meter, autoclave, needle ose, petri dish, incubator, thermometer, spectrophotometer, and water heater.

This study used an experimental method with a completely randomized design consisting of 4 treatments and 3 replications, each treatment using 15 common carp. The treatment given was immersion of test fish in different isolates of LAB, namely A: control (without soaking the LAB isolate), B: CcB7, C: CcB8, and D: CcB15.

Inoculation of Lactic Acid Bacteria (BAL)

Isolates

LAB bacteria isolated from common carp intestine (isolates of CcB7, CcB8, and CcB15) results of previous research were reproduced. Bacterial culture was carried out on de Mann Rogose and Sharpe (MRS) agar medium by inoculation. Media solutions and tools are sterilized in autoclave first. Then the media is poured on a petri dish and left to harden. Furthermore, bacterial isolates were cultured on MRS medium with a three-quadrant streak method, and then the bacteria were incubated under anaerobic conditions for 24 hours in an incubator at 37°C. Pure colonies formed from each BAL isolate were re-cultured in MRS broth media in a valcon tube, incubated under anaerobic conditions for 24 hours in a 37°C incubator. The culture results of LAB isolates using Broth MRS will be turbid when compared to MRS broth control. Before being applied, LAB that has been cultured is calculated using a spectrophotometer to get a density of 10^6 CFU mL⁻¹.

Aeromonas hydrophila inoculations

Dissolved Sodium Agar (SA) with 100 ml of distilled water in an Erlenmeyer flask, covered with cotton plug, heated on a hot plate with a magnetic stirrer to homogenize the solution. Sterilized the solution, used autoclave for 15 minutes at 12°C, and poured the SA solution on Petri dish aseptically. The bacteria *A. hydrophila* were inoculated on the SA medium aseptically, and then incubated at 30°C for 48 hours. The bacteria are harvested using an ose needle, put into a test tube, and then stored at a -20°C temperature. Bacterial culture is ready to use.

Preparation of Aeromonas hydrophila solution

The culture of *A. hydrophila* was taken using an ose needle, then put into a test tube containing 10 ml of physiological NaCl. The test tube was covered with cotton clogs, and then the bacteria were homogenized with vortex. The homogeneous bacteria culture was put into a 2 ml cuvette and calculated using a spectrophotometer at a wavelength of 540 nm and an absorbance value of 0,235 to obtain a density of 10^8 CFU mL⁻¹.

Immersion with Lactic Acid Bacteria

The test fish used was the Majalaya strain common carp with an average length of 10 ± 0.4 cm obtained from the Cibiru Fish Seed Center (BBI) Bandung Regency. Test fish are acclimatized for one week to adapt to the new environment and ensure the fish is in a healthy condition. A total of 12 test fishes

were put into the aquarium to be soaked in LAB isolate solution 10^6 CFU mL⁻¹ according to treatment, namely A: Control (without soaking LAB solution); B: CcB7, C: CcB8, and D: CcB15, each isolate is repeated three times. Immersion is done for 24 hours, repeated three times with a frequency of 7 days (Septiarini *et al.* 2012).

Challenge test with Aeromonas hydrophila

Tested fish after being treated with LAB isolates were challenged with *Aeromonas hydrophila* 10^8 CFU mL⁻¹. Challenging tests were carried out by injecting bacteria 0,1 mL *Aeromonas hydrophila*. After the fish were tested challenged to observe white and red blood cell counts; clinical symptoms included damage to the body surface, feed response, and shock and survival rate. Observations were made for seven days.

Observation parameter

Calculation of total leukocytes is done by thinning the blood with Turk's solution (ratio of 1: 10) in the mixing pipette (thoma pipette). The function of Turk's solution is to destroy red blood cells. Pipettes are then homogenized by flicking so that the blood is evenly mixed. Before the calculation is done, the solution at the end of the unmixed pipette is removed. The next droplet is inserted into the haemocytometer equipped with a cover glass and then observed under a microscope with 40 times enlargement (Rawung & Manoppo 2014). Total leukocytes are calculated using a formula:

$$TW = NW \times MF$$

Note:

TW : Total white blood cell

NW : number of white blood cells counted

MF : multiplier factor

$$TE = NE \times MF$$

Note:

TE : Total eritrosit

NE : number of eritrosit counted

MF : multiplier factor

Observation of clinical symptoms on common carp begins when the fish has been infected by the *A. hydrophila* bacteria. Clinical symptoms observed damage to the body include ulcer inflammation, hemorrhage, wounds, exophthalmia, dropsy, response to feeding, and shocks.

Observation of survival rates was carried out from the first day of common carp infected by *A. hydrophila* until the last day of maintenance. Survival rates are observed by counting the number of fish that die every day. The percentage of survival rate was obtained using the Effendie (1997) method as follows.

$$SR = \frac{N_t}{N_o} \times 100$$

Note:

SR = survival rate (%)

N_t = the number of fish that live at the end of the research (fish)

N_o = the number of fish that live at the beginning of the research (fish)

Data analysis

Data on leukocyte and erythrocyte levels, clinical symptoms, feeding response,

response to shock, and survival rate of common carp were analyzed descriptively by comparing the treatments.

Results

Observation of the number of white blood cells was done to determine changes in the number of white blood cells in common carp before being treated, after being treated with lactic acid bacteria (LAB), and after being challenged with the *Aeromonas hydrophila* bacteria. Based on the observations of the number of white blood cells before being treated, post challenged, showed different numbers of white blood cells (Figure 1 and 2).

Figure 1 shows that all test fish soaked in a solution of lactic acid bacteria (LAB) isolates, ie treatment B, C and D produced a higher number of white blood cells than controls (treatment A), which was around $125,00 \times 10^3 \text{ cells mm}^{-3}$ - $147,47 \times 10^3 \text{ cells mm}^{-3}$. The treatment of D (CcB15) resulted in the highest white blood cell count compared to other treatments.

Fish after challenged test with *A. hydrophila* 10^8 CFU mL^{-1} showed varying numbers of white blood cells ranging from $144,80 \times 10^3 \text{ cells mL}^{-3}$ to $154,70 \times 10^3 \text{ cells mm}^{-3}$ (Figure 2).

Tested fish soaked in LAB solution (treatment B, C, and D) experienced an increase in the number of white blood cells higher than the test fish that not soaked in LAB solution treatment A (control), which ranged between 17-38% (Table 1). This

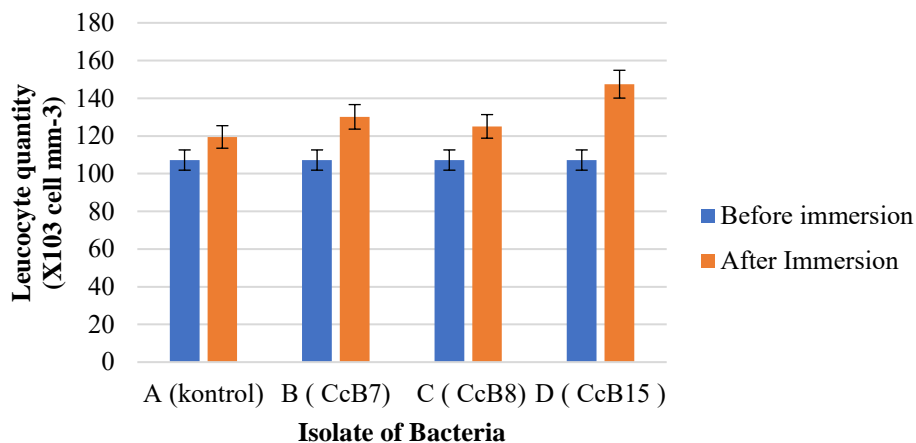


Figure 1 Amount of white blood cells after treatment

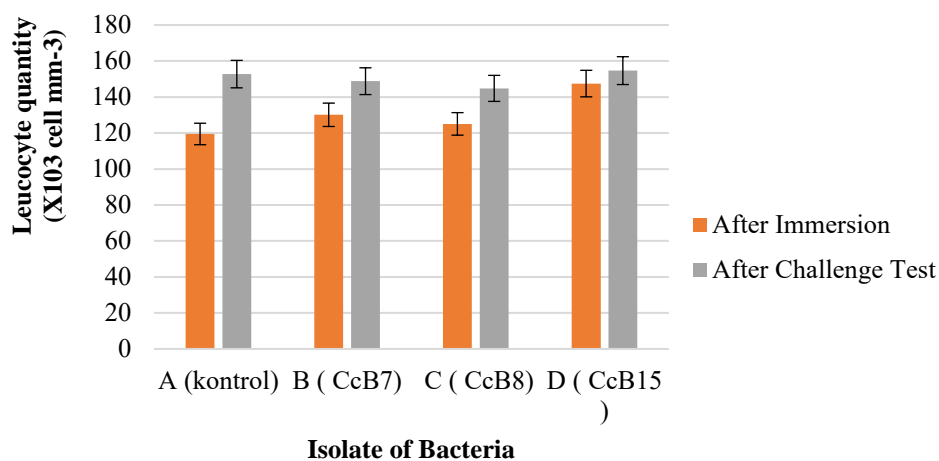


Figure 2 Amount of white blood cells after challenging test with *Aeromonas hydrophila* bacteria

proves that lactic acid bacteria have immunomodulatory activation, which plays an active role in enhancing the non-specific immune system of the fish body.

Table 2 shows that the test fish in treatment A experienced the highest increase in the number of white blood cells, which is 28%. This indicates that the fish is still sick due to the attack of *A. hydrophila*. The onset of disease is caused by pathogenic bacteria having the ability to adhesion to the host so

that it can produce colonization and cause disease.

Observation of clinical symptoms on common carp fingerling as test fish after infection with bacteria *Aeromonas hydrophila* with a density of 10^8 cfu mL⁻¹ includes damage to fish body, response to feeding, and shock. Fish body damage includes red stain (*hyperami*), necrosis, bleeding (*hemorrhagic*), prominent eyes (*exophthalmia*) and bulging stomach (*dropsy*) (Table 3).

Table 1 Average increase amount of white blood cells (leukocytes) of common carp after being treated with the BAL application

Treatment	Enhancement white blood cells (%)
A (control)	11
B (Cc B7)	21
C (CcB8)	17
D (CcB15)	38

Table 2 Average Increase amount of white blood cells (leukocytes) of common carp after challenging test with *Aeromonas hydrophila* bacteria

Treatment	Enhancement white blood cells (%)
A (control)	28
B (CcB7)	14
C (CcB8)	16
D (CcB15)	5

Table 3 The damage of common carp body during challenging tests with *Aeromonas hydrophila* bacteria

Observation of the day	Types of lactic acid bacterial isolates											
	(A)			B (CcB7)			C (CcB8)			D (CcB15)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	a	a	-	a	-	a	a	-	-	-	-	-
2	ac	ac	a	a	a	a	a	-	a	-	-	ac
3	a	c	a	ac	a	ac	a	a	ac	a	a	c
4	c	dc	a	-	-	c	ac	-	c	ac	c	-
5	c	c	ac	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	c	c	c	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	c	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Note: a. Red Stain (*hiperami*) b. distended stomach (*dropsy*) c. Broken Fin d. Exophthalmic (-) There are no clinical symptoms

Observation of response to feed was carried out for seven days, observations carried out by looking at the response of the fish when fed and observing the remaining food that was deposited at the bottom of the aquarium. On day one after infecting most of the test fish in treatment A did not respond to the feed given, while the test fish in the treatment treated with lactic acid bacteria decreased response (Table 4).

Observation of responses to shocks or fish reflexes is carried out to determine fish health conditions for the presence of stimuli in the form of a shock to the movement of fish. In general, fish that have good health have sensitivity to disturbances in the form of good reflexes. Test response to shock is done by tapping the part of the aquarium wall for each treatment.

Table 4 Response of common carp to feed after *A. hydrophila* 10^8 CFU mL⁻¹ bacterial infection

Observation of the day	Types of lactic acid bacterial isolates											
	(A)			CcB7 (B)			CcB8 (C)			CcB15(D)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	-	+	+	+	+	+	+	++	+	+	+	++
4	+	-	+	+	+	+	+	+	++	++	+	++
5	+	+	+	++	+	+	++	++	++	++	++	++
6	+	+	++	++	++	++	++	++	+	++	++	++
7	+	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++

Note:

(-) No response to feed

(+) Response to low feed (there is leftover food)

(++) Response to normal feed (feed is not left over)

Table 5 Response of common carp to shock after *A. hydrophila* 10^8 CFU mL⁻¹ bacterial infection

Observation of the day	Types of lactic acid bacterial isolates											
	(A)			CcB7 (B)			CcB8 (C)			CcB15 (D)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
2	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+
3	-	-	+	+	+	+	+	++	+	+	++	++
4	-	+	+	+	++	++	+	++	++	++	+	++
5	-	+	+	+	+	+	++	++	+	++	++	++
6	+	+	+	++	++	++	++	+	++	++	++	++
7	+	+	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++

Note:

(-) No response to shock

(+) Response to low shock (there is leftover food)

(++) Response to normal shock (feed is not left over)

Observation of the survival of common was carried out after the infection with *A. hydrophila* for seven days of maintenance. The observations showed that the various survival rates in each treatment ranged from 33.33% to 83.33% (Figure 5).

Discussion

Amount of white blood cells (leukocytes)

Based on observations of test fish in each treatment experienced a percentage increase in the number of white blood cells that differed after being treated with LAB solution (Table 1). Table 1 shows that test fish that were not soaked in LAB solution (control) experienced the lowest increase in white blood

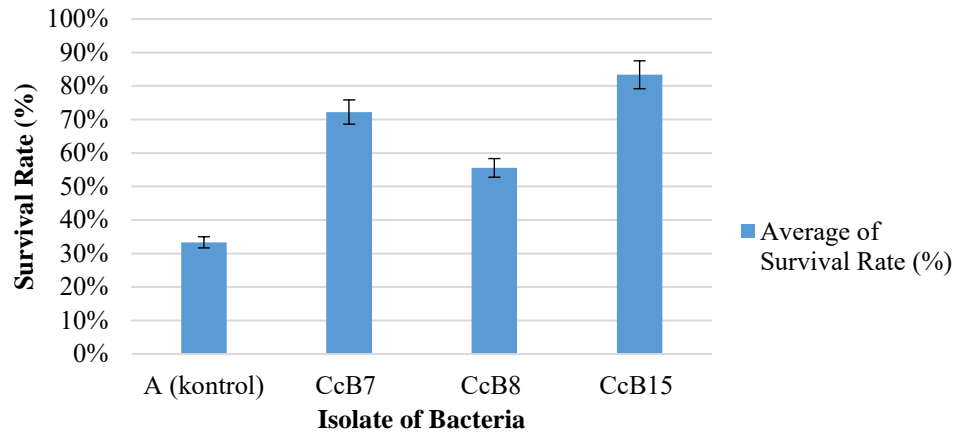


Figure 5 Survival rate of common carp after being challenged with *A. hydrophila* 10^8 CFU mL⁻¹ bacteria

cell count (11%). The increase in the number of white blood cells in treatment A (control) occurs due to the increase in age and weight of the fish during the maintenance period. As the opinion of Claver & Quaglia (2009) that age and weight of fish affect the fish's blood system, one of them is by increasing white blood cells. According to Takahashi & Urbinati (2013), white blood cells are an indicator of innate immune (innate immune). Among natural immunostimulants, lactic acid bacteria (LAB) derived from the digestive tract of fish can replace antibiotics to control fish disease because of its role as a key in responding to fish immunity (Gómez *et al.* 2008). According to Whyte (2007), leukocytes are one of the blood cells that play a role in the innate immune system of the fish's body. Phagocytic activity is the body's defense mechanism and an essential characteristic of the immune system. According to Sekirov *et al.* (2010), the addition of microbial cells can induce gene expression in pathways associated with the immune system

Lactic acid bacteria that experienced the highest increase in white blood cell count were in treatment D (CcB15) was 38%. Based on the results of the identification of the isolate BAL CcB15 strain, including *Lactobacillus gasseri* bacteria. According to Harikrishnan *et al.* (2010) & Geng *et al.* (2012) among lactic acid bacteria (LAB) bacteria used as probiotics to improve fish growth, namely *Lactobacillus* spp and *Lactococcus* spp.

Figure 2 shows test fish in all treatments after being challenged to produce higher white blood cell counts than before challenge testing. This shows fish in conditions against pathogenic bacteria. Based on the observations of tested fish after being challenged, the percentage of white blood cells increased by different percentages (Table 2).

Tested fish given LAB isolates CcB15 (treatment D) resulted in a low increase in leucocyte levels was 5%. The low increase in leucocyte levels in fish after challenge test showed fish in healthy condition. Lactic Acid Bacteria CcB15 isolates can inhibit the

growth of pathogenic bacteria. This means that non-pathogenic bacteria are also bound to the same adhesion receptors as pathogenic strains so that pathogenic strains have no chance of adhesion, forming colonization and causing disease (Fooks & Gibson 2002). Probiotics (non-pathogenic bacteria) seem to act as competitors (competitors) for pathogenic bacteria to bind themselves to adhesion receptors so that pathogenic bacteria cannot form colonies and thus cause disease.

According to Perez *et al.* (2007) mechanism of non-pathogenic bacteria, including LAB class in preventing several types of pathogenic bacterial infections through the release of bacteriokines (cytokine like molecules), NO, free radicals, low pH, receptor blocking, and inhibition of epithelial cell adhesion with the help of intestinal mucin (Dju-naedi 2007). Several studies have also shown the ability of Lactobacillus species to stimulate IFN γ production (interferon gamma) and IL-12 which further increases the body's resistance (Parvez *et al.* 2006).

According to Coconnier *et al.* (1993), pathogenic bacteria must have the ability to do adhesion to produce colonization and cause disease. There were many white blood cells in the treatment fish A, B, and C after challenge test due to phagocytosis in the fish's body. According to Dwinanti *et al.* (2014), the increase in white blood cells indicates that the fish is experiencing infection. The fish's body anticipates this condition by producing more white blood cells in response to immunity.

The workings of probiotic bacteria in urging the growth of disease-causing bacteria appear to begin with the effect of their work on the immune system. In the past decade, it was found that the lactobacilli eaten can stimulate macrophage activity against several different bacterial species. This may be caused by the absorption of antigen or lactobacilli translocation through the intestinal wall directly into the bloodstream to stimulate macrophages. The results of research conducted by volatile fatty acids Fooks & Gibson (2002) produced by Lactic Acid Bacteria (LAB) were able to control the colonization of *Shigella sonnei* and Entero Pathogenic Echeriecia Coli (EPEC).

Clinical symptoms of common carp fingerling infected with Aeromonas hydrophila bacteria

Observation of clinical symptoms on common carp fingerling as test fish after infection with bacteria *Aeromonas hydrophila* with a density of 10^8 cfu mL⁻¹ includes damage to fish body, response to feed, and shock. Fish body damage includes red stain (*hyperami*), necrosis, bleeding (*hemorrhagic*), prominent eyes (*exophthalmia*), and bulging stomach (*dropsy*).

Based on Table 3, the treatment of A (control), B (CcB7) and C (CcB8) test fish, on day one after infection with *A. hydrophila* bacteria, body damage has begun to appear,



Figure 3 A Red stain (hyperemia), B. Flaky fin



Figure 4 Fish experiencing *Exophthalmia*

although not in all test fish. The body damage seen was a red stain (hyperami) (Figure 3A). On the second day, the test fish in treatment D only had a small amount of damage to the body in the form of red stains and flaky fins (Figure 3B).

On day 4, the test fish in treatment A experienced *exophthalmia* marked with prominent eyes (Figure 4).

Clinical symptoms that appear after the fish is infected with *Aeromonas hydrophila* bacterium is in accordance with the statements of Lukistyowati *et al.* (2011), that clinical symptoms in common carp arising from *A. hydrophilla* bacterial infection, namely the

onset of hyperemia, inflammation (necrosis and ulcers), especially in the injection site.

Tested fish in treatment B (CcB7) and C (CcB8) and D (CcB15) starting on day 5 until the end of the observation there was no more damage to the body, clearly seen in the test fish in treatment D. This showed that the test fish in the treatment had high body resistance was seen from high levels of leucocyte after induced with probiotic CcB15 isolates (treatment D).

Fish response to feed

Table 4 shows that almost all goldfish in treatment A (control) on day one after the

challenge test did not show a response to the feed given. This shows that fish in sick conditions due to the body's natural defenses cannot fight *A. hydrophila* attacks. According to Kabata (1985), fish infected with *A. hydrophila* bacteria cause a decrease in appetite.

In Treatment B (CcB7), C (CcB8) and D (CcB15) have a better response to feed. This shows that *A. hydrophila* bacteria do not attack fish in healthy conditions. The natural defense of the fish's body has increased with the provision of lactic acid bacteria to be able to fight the attack of the bacteria. At the end of the observation the response of fish to feed returned to normal, indicating that fish are still in good health.

Fish response to immersion test

Tested fish in treatment A (0 ppm) on day one after infecting the response to shock did not exist. As well as fish that do not respond to the feed given, that fish is sick due to the attack of *Aeromonas hydrophila* bacteria. The natural immune system of fish is unable to fight the attack of the bacteria. Tested fish whose natural immune system has increased by giving lactic acid bacteria (LAB) at the end of the observation response to shock returns to normal, moves agile. Tested fish in treatment D recovery response to shock faster than other treatments, namely day 3.

Survival rate

Figure 5 shows the A-treatment (control) test fish showed a low survival rate compared to the other treatment. This indicates that

lactic acid bacteria (LAB) can increase the resistance of the common carp body, seen from higher leukocyte levels and mild body damage compared to controls. Lactic acid type *Lactobacillus gasseri* CcB15 strain is more potent in inducing the natural resistance of fish seen from elevated levels of leukocytes, mild clinical symptoms, recovery of response to feed, and a faster shock and the highest survival of 83.33%. Leukocytes are cellular defenses that include non-specific defenses that will phagocyte pathogens, so mild clinical symptoms characterize the increase in fish body resistance.

Conclusion

Immersion carp (*Cyprinus carpio* L) in a solution of lactic acid bacteria can increase the body's resistance to *Aeromonas hydrophila* bacteria, indicated by an increase in white blood cells by 21 -38%. Immersion of carp in lactic acid bacteria solution of CcB15 (*Lactobacillus gasseri*) isolate was most effective, as seen from the highest increase in white blood cell count (38%), the mildest clinical symptoms, faster recovery, and the highest survival (83.33%).

References

- Abbas AK, Lichtman AH, Pillai S. 2010. *Cellular and Molecular Immunology*. Saunders Elsevier Philadelphia, PA, USA.
- Claver JA, Quaglia AIE. 2009. Comparative morphology, development, and function of blood cells. *Journal of Exotic Pet Medicine*, 18: 87-97
- Coconnier MH, Bernet MF, Chauviere G, Servin AL. 1993. Adhering heat-killed

- human lactobacillus acidophilus, strain lb, inhibits the process of pathogenicity of diarrhoeagenic bacteria in cultured human intestinal cells. *Journal of Diarrhoeal Diseases Research*. 11(4): 235-242
- Djunaedi D. 2007. Effect of probiotics on immune response. *Jurnal Kedokteran Brawijaya*, 13(1): 22-27.
- Dwinanti SH, Sukenda, Yuhana M, Lusiastuti AM. 2014. Toxicity and immunogenicity of extracellular products of non-hemolytic *Streptococcus agalactiae* in tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 2(1): 105-116.
- Effendie MI. 1997. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusatama. Yogyakarta. 163 halaman
- Fooks LJ, Gibson GR. 2002. Probiotics as modulators of the gut flora. *British Journal of Nutrition*, 88(1): 39-49
- Geng X, Dong XH, Tan, BP, Yang HQ, Chi YH, Liu, Y. 2012. Effects of dietary probiotic on the growth performance, non specific immunity and disease resistance of cobia, *Rahycentron canadum*. *Aquaculture Nutrition*, 18(1): 46-55.
- Giri SS, Sukumaran V, Dangi NK. 2012. Characteristics of bacterial isolates from the gut of freshwater fish *Labeo rohita* that may be useful as potential probiotic bacteria. *Probiotics Antimicro*, 4 : 238-242.
- Gómez GD, Balcázar JL. 2008. A review on the interactions between gut microbiota and innate immunity of fish. *FEMS Immunology and Medical Microbiology*, 52(2): 145-154.
- Hardi EH, Pebrianto CA. 2012. Isolation and postulant test of koch *Aeromonas* sp. and *Pseudomonas* sp. on tilapia (*Oreochromis niloticus*) at the Center of Loa Kulu Cultivation in Kutai Kartanegara Regency. *Jurnal Ilmu Perikanan Tropis*, 16(2): 35- 39.
- Harikrishnan R. Balasundaram C, Heo MS. 2010. *Lactobacillus sakei* BK19 enriched diet enhances the immunity status and disease resistance to streptococcosis infection in kelp grouper, *Epinephelus bruneus*. *Fish Shellfish Immunology*, 29(6): 1037-1043.
- Kabata Z.1985. *Parasites and Diseases of Fish Cultured in Tropics*. Taylor and Francis Ltd. London UK. 318 pp
- Kaleeswaran B, Ilavenil S, Ravikumar S. 2011. Dietary supplementation with *Cynodon dactylon* L. Enhances innate immunity and disease resistance of Indian major carp, *Catla catla* (Ham). *Fish Shellfish Immunology*, 31(6): 953 – 962.
- Lipsitch M. 2001. The rice and fall of antimicrobial resistance. *Trends Microbiology*, 9: 438-444
- Lukistyowati, Iesje dan Kurniasih. 2011. Kelangsungan hidup ikan mas (*Cyprinus carpio*) yang diberi pakan ekstrak bawang putih (*Allium sativum*) dan diinfeksi *Aeromonas hydrophila*. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 3(1): 144-160
- Ministry of Marine Affairs and Fisheries. 2016. *KPDA*. Pusat Data dan Statistik. Kementerian Kelautan dan Perikanan. 112 p
- Parvez S, Malik KA, Kang SA, Kim HY. 2006. Probiotics and their fermented food products are beneficial for health. *Journal of Applied Microbiology* 100: 1171-1185
- Patriono E, Junaidi E, Setiorini A. 2009. Pengaruh pemotongan sirip terhadap pertumbuhan panjang tubuh ikan mas (*Cyprinus carpio*). *Penelitian Sains Unsriwijaya*, 9: 12-13
- Perez-Morales R., Iniguez-Palomares, C., Acedo-Felix E. 2007. Evaluation of probiotic properties in *Lactobacillus* isolated from small intestine of piglets. *Revista Latino Americana de Microbiologia* . 49(3-4): 46-54.

- Rawung M.E. dan H. Manoppo, 2014. The use of baker's yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) in situ to improve the response of non-specific immune to tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Budi-daya Perairan*. 2(2): 7-14
- Rosidah, Juniato, Lili W, Maulidya, B. 2018. Effectivity of sambiloto extract as medicine for catfish (*Pangasius hypophthalmus*) juveniles infected by *Aeromonas hydrophila*. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*. 5(6): 236-241
- Sahoo PK, Rauta PR, Mohanty BR, Mohapatra KD, Saha JN, Rye, M. 2011. Selection of improved resistant to *Aeromonas hydrophila* in India major carp *Labeo rohita*: Survival and innate immune responses in first generation of resistant and susceptible lines *Fish Shellfish Immunology*. 31(3): 432-438.
- Sekirov I, Russell SL, Atunes LCM, Finlay BB. 2010. Gut microbiota in health and disease. *Physiological Reviews*. 90: 859-904.
- Septiarini, Harpeni E, Wardiyanto. 2012. Effect of different probiotic giving time on non-specific immune response on common carp (*Cyprinus carpio* L.) tested for *Aeromonas salmonicida* Bacteria. *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*. 1 (1): 58-64
- Sharifuzzaman SM, Abbas A, Tinley JW, Austin B, 2011. Subcellular components of probiotic *Kocuria* SM1 and *Rhodococcus* SM2 induce protective immunity in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) against *Vibrio anguillarum*. *Fish Shellfish Immunology*, 30: 347-353.
- Sugita H, Hirose Y, Matsuo N, Deguchi Y. 1998. Production of the antibacterial substance by *Bacillus* sp. strain NM 12, an intestinal bacterium of Japanese coastal fish. *Aquaculture*, 165 (3-4): 269-280.
- Takahashi JDB, Urbinati EC. 2013. Fish immunology. The modification and manipulation of the innate immune system: Brazilian Studies. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, 86(3): 1483-1495
- Whyte SK. 2007. The innate immune response of finfish—a review of current knowledge. *Fish & Shellfish Immunology*. 23(6): 1127-1151

Struktur populasi tiga spesies ikan pipa Famili Syngnathidae di Sungai Merowi Kecamatan Kembayan Kabupaten Sanggau Kalimantan Barat

[Population structure three species of Family Syngnathidae in Merowi River, Kecamatan Kembayan, Kabupaten Sanggau Kalimantan Barat]

Kasianus Krisye Firstantha¹, Tri Rima Setyawati¹, Riyandi², Gema Wahyudewantoro³

^{1,2,4} Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura

³ Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Museum Zoology Bogorienze

Surel: kasianusfirs24@gmail.com, tririma6974@gmail.com, riyandi@gmail.com,

gema_wahyudewantoro@yahoo.com

Diterima: 15 Mei 2021; Disetujui: 27 Oktober 2021

Abstrak

Ikan pipa adalah salah satu jenis ikan air tawar yang potensial sebagai ikan hias. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis struktur populasi dan kondisi habitat ikan pipa dari famili *Syngnathidae* di Sungai Merowi. Penelitian dilaksanakan Bulan Juli hingga Desember 2019 pada 10 stasiun pengamatan yang ditentukan berdasarkan tutupan vegetasi dan arus sungai. Pengambilan sampel ikan pipa dilakukan secara acak dengan menggunakan serokan dan perangkap bucu payung. Data yang diperoleh dianalisis kepadatan populasi, kelompok umur, uji *Chi-Square* dan Analisis Komponen Utama. Hasil identifikasi diperoleh 2 marga dan 3 spesies ikan pipa sebanyak 248 individu yaitu *Doryichthys deokhatoides* 26 individu (0,042 individu/usaha); *D. martensii* 209 individu (0,34 individu/usaha); dan *Microphis retzii* 13 individu (0,02 individu/usaha). Ukuran panjang ikan pipa yang ditemukan berkisar 48,1 mm hingga 87,4 mm. Dari analisis *Chi-Square* diketahui ikan pipa yang ditemukan memiliki nisbah jantan dan betina 1:1 (seimbang). Kehadiran anggota famili *Syngnathidae* di Sungai Merowi dipengaruhi oleh faktor suhu dan kecepatan arus.

Kata penting: ikan pipa, *Syngnathidae*, Sungai Merowi

Abstract

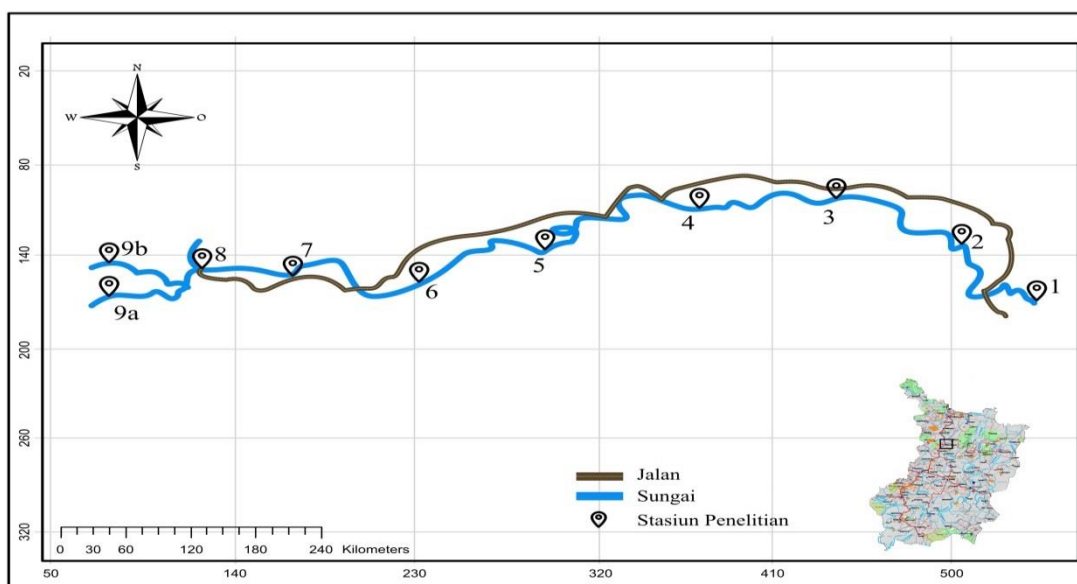
Pipe fish is a type of freshwater fish that has potential as ornamental fish. The research objective was to determine the status and habitat conditions of the Merowi River pipe fish as a member of *Syngnathidae*. The research was conducted from July to December 2019. The research stations were determined based on differences in existing environmental bases. Sampling had done randomly by using scoop net and umbrella fish trap. The data used include population density, age group, test *Chi-Square* and Principal Component Analysis (PCA). The results showed that 2 genera consisted of 3 species of pipe fish, as much 248 individu. *Doryichthys deokhatoides* 26 individu (0.042 Catch/Unit Efort); *D. martensii* 209 individu (0.34 Catch/Unit Efort); *Microphis retzii* 13 individu (0.02 Catch/Unit Efort). The length of the pipe fish ranged from 48.1 mm to 87.4 mm, and the ratio of male to female is 1: 1 (balanced). The presence of members of *Syngnathidae* in the Merowi River was effect by temperature and current velocity.

Keywords: pipe fish, *Syngnathidae*, Merowi River

Pendahuluan

Syngnathidae merupakan famili ikan pipa, kuda laut, dan naga laut (Silva *et al.*, 2009) yang tersebar di daerah tropis dan

subtropis (Wilson & Orr, 2011). *Syngnathidae* terdiri atas 57 marga dan 306 jenis, 18 jenis diantaranya ditemukan di air tawar (Froese & Pauly, 2020). Di Indonesia



Gambar 1 Peta stasiun penelitian di Sungai Merowi

terdapat 24 marga ikan pipa dengan 94 jenis yang tersebar hampir di seluruh kawasan perairan (Froese & Pauly, 2020). Koleksi spesimen Museum Zoologi Bogorienze (MZB) dari Kalimantan Barat hanya terdiri atas satu marga *Doryichthys* sebanyak 13 individu.

Jenis *Doryichthys martensii* dan *D. deokhatoides* masuk dalam kategori *data deficient* (kekurangan data). Kategori kekurangan data diberikan ketika informasi mengenai penilaian risiko kepunahan berdasarkan persebaran dan populasinya tidak dapat digunakan atau belum lengkap, sedangkan *Microphis retzii* masuk kedalam kategori beresiko rendah (*least concern*) (IUCN, 2020). Pemberian status mengenai kondisi dan keberadaannya berfungsi sebagai upaya konservasi, tidak hanya untuk ikan pipa itu sendiri tetapi juga untuk jenis ikan lain dan

lingkungan tempat tinggal (Chong *et al.*, 2010).

Saraswati & Pebriani (2016), menyatakan bahwa kegiatan pemantauan perlu dilakukan untuk melihat sebaran, kepadatan dan kelimpahan serta faktor lingkungan yang memengaruhi suatu populasi. Namun jika kegiatan masyarakat seperti perkebunan, perladangan dan penambangan pasir tidak terpantau dapat mengancam kelestarian bahkan dapat mengalami kepunahan.

Pemantauan terhadap kelestarian ekosistem sungai merupakan bagian penting bagi komponen kehidupan ikan pipa. Selain itu, penangkapan secara tidak sengaja juga terjadi pada ikan pipa dan apabila tidak ada upaya untuk mengendalikannya maka dikhawatirkan dapat memengaruhi populasi ikan pipa. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kondisi fisik-kimiawi sungai, kepa-

Tabel 1 Deskripsi lokasi pengambilan sampel

Stasiun	Titik koordinat	Deskripsi lokasi	Lokasi
St.1	N 0°35'45.83" E 110°23'57.92"	Stasiun paling hilir, merupakan muara Sungai Merowi dengan Sungai Sekayam memiliki tutupan lahan sedang, substrat lumpur berpasir dan tanah keras berbatu pada tepian serta berarus sedang	
St.2	N 0°36'20.55" E 110°23'14.16"	Terletak di area penambangan pasir dan terdapat muara anak sungai memiliki tutupan lahan sedang, substrat lumpur berpasir dan berarus lambat	Dusun Sebongkuh
St.3	N 0°36'11.88" E 110°21'54.33"	Terletak di area perkebunan kelapa sawit memiliki tutupan lahan sedang, substrat lumpur berpasir dan berarus cepat	
St.4	N 0°35'33.30" E 110°20'45.13"	Terletak di area perkebunan dan persawahan dengan tutupan lahan terbuka serta merupakan daerah ramai penduduk, substrat lumpur berpasir dan berarus sedang	Dusun Senajam
St.5	N 0°35'33.30" E 110°20'45.13"	Terletak di area aktifitas masyarakat memiliki tutupan lahan sedang, substrat lumpur berpasir dan berarus sedang	Dusun Tanjung Robokan
St.6	N 0°35'16.71" E 110°20'16.89"	Terletak di area sedikit penduduk dengan tutupan lahan sedang, substrat lumpur berpasir dan berarus sedang	
St.7	N 0°35'22.87" E 110°19'51.43"	Terletak di area ramai penduduk dan area perkebunan kelapa sawit memiliki tutupan lahan terbuka, substrat lumpur berpasir dan berarus lambat	
St.8	N 0°35'21.07" E 110°19'24.20"	Terletak di bawah bendungan, pada bagian hulu terdapat pemukiman penduduk, memiliki tutupan lahan terbuka, substrat pasir berbatu dan berarus sedang,	Dusun Semayang
St.9a	N 0°35'12.68" E 110°19'13.15"	Stasiun ini merupakan inlet bendungan dari Sungai Tanak dengan tutupan lahan terbuka, substrat lumpur dan berarus sangat lambat	
St.9b	N 0°35'22.24" E 110°19'10.24"	Stasiun ini merupakan inlet bendungan dari Sungai Pasir/Kurosi'ek memiliki tutupan lahan terbuka, substrat lumpur dan berarus sangat lambat	

datan populasi, kelompok umur dan nisbah kelamin di Sungai Merowi.

Bahan dan metode

Penelitian dilakukan di Sungai Merowi Kecamatan Kembayan Kabupaten Sanggau dilaksanakan selama empat bulan dimulai dari bulan Juli hingga November 2019. Penelitian dilakukan di Sungai Merowi, yang memiliki panjang sungai 10,88 Km. Stasiun penelitian ditentukan berdasarkan perbedaan

rona lingkungan (tutupan lahan dan arus) (Gambar 1).

Berdasarkan hasil survei pada Gambar 1 diketahui terdapat 10 rona berbeda yang menjadi stasiun pengambilan sampel ikan di Sungai Merowi Kecamatan Kembayan. Deskripsi masing-masing stasiun terlihat pada Tabel 1.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah serokan 6 mm, perangkap bulu payung, termometer, cakram Secchi, *stopwatch*, pH meter digital (*Tridi Lab*), botol Winkler,

Erlenmeyer. Bahan yang digunakan yaitu alkohol 70%, akuades, formalin 4%, kalium hidroksida-kalium iodida (KOH-KI), mangan sulfat ($MnSO_4$), asam sulfat (H_2SO_4) pekat, indikator amilum 0,5%, indikator fenolftalein (PP), natrium karbonat (Na_2CO_3) 0,01 N dan natrium tiosulfat ($Na_2S_2O_3$) 0,023 N.

Pengukuran kondisi fisik dilakukan pada pagi, siang dan sore meliputi kedalaman, kecerahan, suhu, pH, kecepatan arus, sedangkan faktor kimiawi perairan dilakukan pada pagi hari meliputi CO_2 dan O_2 . Kedalaman sungai diukur menggunakan tongkat berskala. Kecerahan air diukur dengan menggunakan cakram Secchi yang dimasukkan ke dalam air secara perlahan-lahan sampai warna hitam putih tidak terlihat, kemudian dicatat kedalaman air pada batang pegangan cakram Secchi. Suhu diukur menggunakan termometer yang dimasukkan ke dalam air selama 5 menit, kemudian dibaca dan dicatat skala yang tertera pada termometer. Pengukuran pH air menggunakan pH meter digital yang dimasukkan ke dalam air selama 5 menit sampai angkanya stabil. Pengukuran kecepatan arus dengan cara mengapungkan bola pingpong pada permukaan air dan dihitung dengan menggunakan *stopwatch* waktu bergesernya bola pingpong dari pangkal menuju ujung meteran jahit.

Pengukuran faktor fisik kimiawi meliputi pengukuran CO_2 dan O_2 . Sampel air diambil dengan botol Winkler, sebanyak 50 ml air dan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer; lalu diberi indikator PP sebanyak 3-5 tetes dan dititrasi dengan larutan Na_2CO_3 , hingga membentuk

warna merah muda. Volume Na_2CO_3 , yang terpakai dicatat kemudian dihitung CO_2 bebasnya. Analisis CO_2 dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (APHA, 2000):

$$CO_2 \text{ bebas} = \frac{\text{Volume } Na_2CO_3 \times N \text{ } Na_2CO_3 \times 1000 \times 22}{\text{Volume Sampel}}$$

Sampel air diambil menggunakan botol Winkler sebanyak 250 ml, secara hati-hati agar tidak terbentuk gelembung di dalam botol Winkler. Sampel air ditambah $MnSO_4$ sebanyak 2 ml, lalu ditambahkan 2 ml KOH-KI sampai terbentuk endapan pada bagian atas dan berwarna coklat di bagian bawah. Selanjutnya ditambahkan sebanyak 2 ml H_2SO_4 pekat dibiarkan hingga larut menjadi jernih dan berwarna kuning bening. Larutan dalam Winkler dituangkan ke dalam Erlenmeyer sebanyak 50 ml, kemudian botol digojok hingga homogen. Setelah itu larutan dititrasi dengan Na_2SO_3 (0,025 N) hingga terbentuk warna kuning muda, kemudian ditetesi amilum (sebagai indikator) hingga tepat berwarna biru. Larutan kembali dititrasi dengan Na_2SO_3 kembali sampai sampel air sama seperti warna awal, kemudian dicatat volume Na_2SO_3 yang terpakai. Analisis oksigen terlarut dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (APHA 2000) :

$$O_2 \text{ terlarut} = \frac{\text{Volume } Na_2SO_3 \times N \text{ } Na_2SO_3 \times 1000 \times 8}{\text{Volume sampel}}$$

Setiap stasiun dilakukan pengambilan sampel sebanyak 4 kali penangkapan sehingga total keseluruhan pengambilan sampel sebanyak 40 kali penangkapan. Sampel ikan

yang tertangkap dipisahkan berdasarkan ada tidaknya kantung telur dengan kriteria:

- a. Jantan: memiliki kantung telur.
 - b. Betina: tidak memiliki kantung telur
- (Kottelat *et al.*, 1993).

Ikan pipa jantan yang memiliki telur pada masing-masing spesies dianalisis secara makroskopis. Jumlah ikan yang diperoleh digunakan untuk menghitung CPUE didasarkan pada besar jumlah hasil tangkapan terhadap upaya yang dilakukan (Saidi *et al.* 2013). Untuk menghitung CPUE menggunakan rumus:

$$CPUE_i = \frac{C_i}{f_i}$$

$CPUE_i$ = jumlah hasil tangkapan per satuan upaya penangkapan (individu/upaya penangkapan)
 C_i = hasil tangkapan (individu)
 f_i = upaya penangkapan (jumlah serok dalam penangkapan)

Penentuan kelompok umur menggunakan metode frekuensi panjang total (Sparre & Venema 1999), berdasarkan kelompok interval kelas panjang total. Selanjutnya dilakukan pemetaan nilai tengah kelas masing-masing kelas panjang sebagai sumbu X. Kemudian frekuensi pada kelompok interval dilogartimkan, lalu dicari selisih logaritma di antara kelompok kelas panjang sebagai sumbu Y. Dengan menarik satu garis lurus dari titik yang menyatakan nilai selisih logaritma yang besar ke titik yang terkecil, maka diperoleh kelompok umur pada perpotongan sumbu X dengan garis lurus. Model pertumbuhan menggunakan persamaan Von Bertalanffy

(Sparre & Venema 1999) dan untuk nilai t_0 digunakan rumus empiris (Prihartini 2006).

Uji *Chi-square* digunakan untuk menguji hipotesis pada frekuensi yang diobservasi (data yang diamati) dan frekuensi yang diharapkan (frekuensi teoritis) (Junaidi 2010).

Rumus perhitungan uji Chi square sebagai berikut:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(o_i - e_i)^2}{e_i}$$

Keterangan:

o_i = frekuensi observasi untuk kategori ke- i
 e_i = frekuensi ekspektasi untuk kategori ke- i

Hasil dikaitkan dengan frekuensi ekspektasi dengan nilai/perbandingan dalam H_0 , derajat bebas (db) = $k - 1$.

Sebaran faktor lingkungan antarstasiun pengamatan dianalisis menggunakan Analisis Komponen Utama (*Principal Component Analysis*). Analisis Komponen Utama (AKU) berfungsi merangkum banyak variabel bebas yang saling memiliki korelasi ataupun saling memengaruhi satu atau lebih variabel. Analisis AKU menggunakan program PAST3 (*Paleontological Statistic*) versi 3.2.

Hasil

Hasil penelitian di 10 stasiun yang dilakukan di Sungai Merowi, didapatkan 2 marga yang terdiri atas 3 jenis dengan jumlah 248 individu yaitu *Doryichthys martensii*, *D. deokhatoides* (Gambar 2) dan *Microphis retzii* (Gambar 3).



Gambar 2 Marga *Doryichthys*. ♂ : individu jantan. ♀ : individu betina



Gambar 3 Marga *Microphis*, ♂ : individu jantan. ♀ : individu betina

Tabel 2 Jumlah individu ikan pipa di Sungai Merowi

Stasiun	Jumlah Individu (N)						Σ Individu		Σ total
	<i>D. martensii</i>		<i>D. deokhatoides</i>		<i>M. retzii</i>		♂	♀	♂♀
	♂	♀	♂	♀	♂	♀			
1	12	8	-	-	-	-	12	8	20
2	14	12	4	1	2	1	20	14	34
3	21	27	1	2	-	1	22	30	52
4	3	2	-	-	-	-	3	2	5
5	15	19	6	3	3	1	24	23	47
6	14	12	3	6	3	2	20	20	40
7	9	12	-	-	-	-	9	12	21
8	17	12	-	-	-	-	17	12	29
9a	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9b	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Keterangan: ♂ : individu jantan. ♀ : individu betina

Anggota famili *Syngnathidae* terbanyak adalah jenis *D. martensii* yang ditemukan di stasiun 3 berjumlah 48 individu, individu paling sedikit ditemukan pada stasiun 4 berjumlah 5 individu. Jenis *D. deokhatoides* dan *M. retzii* hanya ditemukan pada stasiun 2, 3, 5 dan 6. *D. deokhatoides* paling sedikit ditemukan pada stasiun 3 berjumlah 3 individu, sedangkan paling banyak ditemukan pada stasiun 5 dan 6 berjumlah 9 individu. Pada jenis *Microphis retzii* individu paling

banyak ditemukan pada stasiun 6 sebanyak 5 individu, sedangkan individu paling sedikit ditemukan pada stasiun 3 yaitu berjumlah 1 individu betina (Tabel 2).

Kepadatan tertinggi *D. martensii* pada individu jantan dan betina terletak di stasiun 3 yang bernilai 0,32 individu/usaha dan 0,42 individu/usaha. Demikian juga dengan kepadatan tertinggi *D. deokhatoides* pada individu jantan terletak di stasiun 2 dan 5 yang bernilai 0,07 individu/ usaha, sedangkan pada indi-

Tabel 3 Kepadatan populasi ikan pipa di Sungai Merowi

Stasiun	CPUE						\bar{X} CPUE	
	<i>D. martensii</i>		<i>D. deokhatoides</i>		<i>M. retzii</i>		♂	♀
	♂	♀	♂	♀	♂	♀		
1	0,26	0,17	-	-	-	-	0,09	0,06
2	0,26	0,22	0,07	0,02	0,04	0,02	0,12	0,09
3	0,32	0,42	0,02	0,03	-	0,02	0,11	0,15
4	0,04	0,03	-	-	-	-	0,01	0,01
5	0,18	0,23	0,07	0,04	0,04	0,01	0,1	0,09
6	0,26	0,23	0,06	0,11	0,06	0,04	0,13	0,13
7	0,18	0,24	-	-	-	-	0,06	0,08
8	0,25	0,17	-	-	-	-	0,08	0,06
9a	-	-	-	-	-	-	-	-
9b	-	-	-	-	-	-	-	-
\bar{X}	0,18	0,17	0,02	0,02	0,01	0,01	0,07	0,07

Keterangan: Cetak tebal adalah nilai tertinggi. ♂ : individu jantan. ♀ : individu betina. \bar{X} : Rata – rata

Tabel 4 Panjang total ikan pipa yang memiliki telur di Sungai Merowi

Karakter morfologis	Kategori	Spesies		
		<i>D. deokhatoides</i> (n = 26 individu)	<i>D. martensii</i> (n = 209 individu)	<i>M. retzii</i> (n = 13 individu)
Panjang total (mm)	♂	63,7 – 80,6	60,1 – 81,3	61,4 – 76,4
	♀	62,8 – 82,6	68,7 – 87,4	65,6 – 78,9

Tabel 5 Penyebaran panjang total *D. deokhatoides* di Sungai Merowi

Interval kelas (mm)	Tengah Kelas (X)	F	Log F	Δ Log F (Y)	Persentase (%)
48,1 - 54,4	54,5	4	0,6021	0,6021	15,3846
54,5 - 60,8	60,9	1	0	0,0000	3,8462
60,9 - 67,2	67,3	1	0	-0,7782	3,8462
67,3 - 73,6	73,7	6	0,7782	-0,2632	23,0769
73,7 - 80	80,1	11	1,0414	0,5643	42,3077
80,1 - 86,4		3	0,4771		11,5385
Jumlah		26			100

vidu betina terletak di stasiun 6 yang bernilai 0,11 individu/ usaha. Kepadatan tertinggi *M. retzii* pada individu jantan dan betina terletak di stasiun 6 yang bernilai 0,06 individu/usaha dan 0,04 individu/usaha (Tabel 3).

Pengamatan makroskopis pada panjang total ikan pipa jantan yang sudah memiliki telur berbeda-beda. Jumlah ikan pipa yang di analisis yaitu *D. deokhatoides* berjumlah 26 individu terdiri atas 14 individu jantan dan 12

individu betina, *D. martensii* berjumlah 209 individu terdiri atas 105 individu jantan dan 104 individu betina dan *M. retzii* berjumlah 13 individu terdiri atas 8 individu jantan dan 5 individu betina (Tabel 4).

Hasil pengukuran morfometrik tiga spesies ikan pipa yaitu *Doryichthys deokhatoides*, *D. mertensii* dan *Microphis retzi* membentuk kelompok umur berdasarkan kelas interval pada distribusi frekuensi panjang

Tabel 6 Penyebaran panjang total *D. martensii* di Sungai Merowi

Interval kelas (mm)	Tengah Kelas (X)	F	Log F	Δ Log F (Y)	Persentase (%)
48,7 - 53,2	53,3	18	1,2553	0,2553	8,6124
53,3 - 57,8	57,9	10	1,0000	-0,1139	4,7847
57,9 - 62,4	62,5	13	1,1139	-0,1871	6,2201
62,5 - 67,0	67,1	20	1,3010	-0,2430	9,5694
67,1 - 71,6	71,7	35	1,5441	-0,2041	16,7464
71,7 - 76,2	76,3	56	1,7482	0,2041	26,7943
76,3 - 80,8	80,9	35	1,5441	0,2653	16,7464
80,9 - 85,4	85,4	19	1,2788	0,8016	9,0909
85,5 - 90,0		3	0,4771		1,4354
Jumlah		209			100

Tabel 7 Penyebaran panjang total *M. retzii* di Sungai Merowi

Interval kelas (mm)	Tengah kelas (X)	F	Log F	Δ Log F (Y)	Persentase (%)
55,6 - 60,6	60,7	3	0,4771	0,1761	23,0769
60,7 - 65,7	65,8	2	0,3010	0,0000	15,3846
65,8 - 70,8	70,9	2	0,3010	-0,3010	15,3846
70,9 - 75,9	76	4	0,6021	0,3010	30,7692
76 - 81		2	0,3010		15,3846
Jumlah		13			100

Tabel 8 Nisbah jenis kelamin jantan dan betina

Jenis	Kategori	Observasi	Harapan nisbah 1:1	X ² hitung nisbah 1:1	X ² ta
<i>D. martensii</i>	♂	105	104,5	0,005	3,3:
	♀	104	104,5		
<i>D. deokhathoides</i>	♂	14	13	0,15	3,3:
	♀	12	13		
<i>M. retzii</i>	♂	9	7,5	0,6	3,3:
	♀	6	7,5		

Keterangan: ♂ : Individu jantan. ♀ : individu betina

total, tengah kelas dan nilai selisih logaritma frekuensi ikan pipa yang terkumpul selama penelitian. jumlah ikan pipa yang dianalisis sebanyak 249 individu terdiri atas *D. Deokhathoides* 26 individu (Tabel 5), *D. mertensii* 209 individu (Tabel 6) dan *Microphis retzi* 13 individu (Tabel 7). Perbandingan jenis ikan pipa yang ditemukan di Sungai Merowi pada perhitungan X² hitung nisbah jantan : betina 1 : 1 (seimbang) (Tabel 8).

Kecepatan arus tertinggi di Sungai Merowi berada di stasiun 3 yaitu 0,52 mdet⁻¹, sedangkan sungai terlebar terdapat di stasiun 8 yaitu 48,07 m. Kedalaman tertinggi terletak pada stasiun 9a adalah 157 cm dengan kecerahan yaitu 145,62 cm. Suhu air tertinggi terdapat pada stasiun 9a yaitu 31,25°C. Demikian juga dengan Derajat keasaman tertinggi yaitu pada stasiun 9a yaitu 7,63. Karbon dioksida (CO₂) tertinggi yaitu 1,85 mgL⁻¹ di stasiun 9b. Kemudian kadar oksigen terlarut

Tabel 9 Pengukuran faktor lingkungan Sungai Merowi

Stasiun	Kecepatan arus (mdet ⁻¹)	Kedalaman (cm)	Lebar (m)	Kecerahan (cm)	Suhu (°C)	pH	CO ₂ (mg L ⁻¹)	O ₂ (mg L ⁻¹)
1	0,25 - 0,28	97 - 111	21,34-21,67	89 - 111	27-28	6,97-7,13	1,36-1,58	3 - 3,12
2	0,21-0,23	67-74	17,59-17,92	67-74	27-28	7,10-7,15	0,79-1,19	3,12-3,64
3	0,49-0,58	89-102	13,78-13,96	89-102	27-28	7-7,21	1,23-1,41	3,28-3,76
4	0,25-0,34	70-78	17,35-17,48	70-78	27-28	7,03-7,16	2,55-2,82	2,16-2,34
5	0,36-0,38	115-119	12,19-12,53	115-119	27-28	6,97-7,19	0,53-0,88	3,02-3,4
6	0,18-0,32	71-78,6	18,03-19,27	71-78,6	27-28	7-7,05	1,41-1,80	3,16-3,64
7	0,18-0,23	64-70,7	35,08-38	59-70,7	27-28	7,05-7,24	1,89-2,11	3,4-3,6
8	0,21-0,37	117-136	47,18-48,52	68-100,3	27-28	7,17-7,43	0,88-1,14	3-3,12
9a	0,039-0,047	149-1,65	20,32-20,47	46,8-50,7	31-32	7,59-7,68	1,76-2,02	3,04-3,32
9b	0,068-0,073	118-144	19,68-19,86	43-68,3	30-31	7,25-7,51	1,67-1,76	3,08-3,32

Tabel 10 Factor loadings

Parameter	PC 1	PC 2
Kecepatan arus	-0,38	0,23
Kedalaman	0,44	0,30
Lebar sungai	0,08	-0,05
Kecerahan	0,41	0,32
Suhu (°C)	0,47	-0,05
pH (derajat keasaman)	0,46	0,03
CO ₂ (karbon dioksida bebas)	0,08	-0,56
O ₂ (oksigen terlarut)	-0,19	0,56

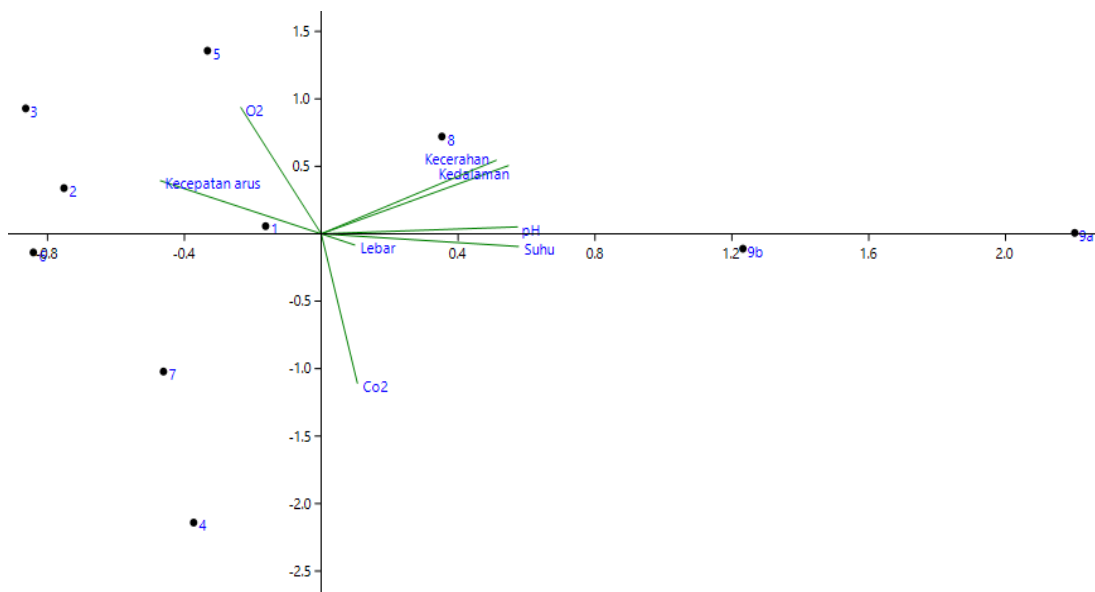
tertinggi yaitu 3,62 mgL⁻¹ di stasiun 3 dan terendah 2,89 mgL⁻¹ di stasiun 9 (Tabel 9).

Data lingkungan yang didapat digunakan untuk uji Analisis Komponen Utama (AKU) terdiri atas 8 PC. Nilai varian yang digunakan PC 1 dan 2 yaitu 74,445 % dengan masing-masing nilai PC sebesar 48,437% dan 26,008%.

Grafik *scatter plot* PC 1 dan PC 2 menunjukkan parameter kecepatan arus dan O₂ berpengaruh pada stasiun 1,2,3 dan 5. Stasiun 8 dan 9a dipengaruhi parameter kecerahan air, kedalaman dan pH. Pada stasiun 9b di-

pengaruhi oleh parameter lebar sungai, suhu, dan CO₂, sedangkan pada stasiun 4, 7, dan 8 tidak memiliki pengaruh pada parameter lingkungan. Parameter lingkungan menunjukkan bahwa parameter O₂ dan kecepatan arus berpengaruh pada stasiun 1,2,3 dan 5; berkorelasi negatif terhadap parameter suhu, lebar sungai dan CO₂ di stasiun 8 dan 9a, sedangkan parameter lebar sungai, suhu dan CO₂ di stasiun 9b tidak berpengaruh pada parameter di stasiun 4, 7 dan 8 (Gambar 4).

Nilai PC1 yang menunjukkan arah positif adalah parameter kedalaman sungai, lebar



Gambar 4 Scatter plot PC1 dan PC2

sungai, kecerahan, suhu, pH dan CO₂, sedangkan parameter kecepatan arus dan O₂ memiliki arah negatif. Nilai *factor loading* tertinggi pada PC1 yaitu pada parameter suhu (°C) sebesar 0,47 dan terendah pada parameter lebar sungai sebesar 0,08. PC 2 yang menunjukkan arah positif adalah parameter kecepatan arus, kedalaman sungai, kecerahan, pH dan O₂ sedangkan parameter yang memiliki arah negatif yaitu lebar sungai, suhu dan CO₂ dengan nilai tertinggi pada parameter CO₂ dan O₂ yaitu 0,56 dan terendah pada parameter lebar sungai dan suhu (°C) yaitu 0,05 (Tabel 10).

Pembahasan

Ikan pipa yang diperoleh dari 10 stasiun pengamatan di Sungai Merowi sebanyak 248 individu yang dikelompokkan dalam 2 marga dan 3 spesies. Jumlah ikan pipa terbanyak

ditemukan pada spesies *Doryichthys martensii* sebanyak 209 individu (Tabel 2).

Spesies ikan pipa yang ditemukan di Sungai Merowi ini menambah data yang ada di Museum Zoologi Bogorienze (MBZ). Diketahui koleksi ikan pipa yang ada di MZB sebanyak terdapat 17 spesimen individu yang berasal dari Kalimantan terdiri atas 12 individu *D. martensii*, 1 individu *D. boaja* dan 4 individu *Doryichthys deokhatoides*, sedangkan marga *Microphis* umumnya ditemukan di wilayah Papua, Sumatra, Sulawesi, Jawa dan Nusa Tenggara Timur. Koleksi spesimen yang berasal dari Kalimantan Barat hanya ditemukan satu marga *D. martensii* terdiri atas 13 individu. Kottelat *et al.* (1993), mengonfirmasikan bahwa marga *Microphis* yang ditemukan di Kalimantan adalah *M. mento* sedangkan *M. retzii* terdistribusi di wilayah Bali, Sulawesi dan Lombok. Kondisi tersebut memungkinkan adanya variasi dan

penambahan distribusi baru jenis *M. retzii* yang sudah teridentifikasi. Distribusi ikan pipa sebagai anggota famili *Syngathidae* dapat ditemukan pada daerah tropis dan subtropis (Wilson & Orr 2011)..

Ikan pipa di Sungai Merowi ditemukan pada perairan dengan vegetasi yang cukup rapat dari jenis rumput air. Foster & Vincent (2004), menyatakan bahwa ikan ini berpegang pada tanaman air menggunakan ekor. Saat pengamatan yang dilakukan pada perairan serabut pepohonan dan kondisi sungai yang berarus sangat cepat tidak ditemukan ikan pipa. Berbeda dengan jenis anggota famili *Syngathidae* yang hidup di laut. Menurut Choo & Liew (2003), genus *Hippocampus* ditemukan pada kedalaman 90 m di laut Malaysia. Berdasarkan analisis secara deskripsi (Tabel 9) dengan membandingkan nilai faktor lingkungan antar stasiun dan ada tidaknya individu ditemukan menunjukkan faktor yang berpengaruh yaitu suhu dan kecepatan arus. Di stasiun 9a dan 9b tidak ditemukan jenis ikan pipa (Tabel 1). Kenyataan tersebut terlihat dari kondisi sungai yang berarus sangat lambat) dan memiliki suhu yang tinggi (Tabel 9). Hal ini menunjukkan bahwa *D. martensii*, *D. deokhatoides*, dan *M. retzii* hidup pada sungai dengan arus sedang hingga kuat dan suhu kurang dari 30 °C. Baensch & Riehl (1991) melaporkan bahwa *D. Martensii* dapat hidup pada suhu 24-28 °C.

Jenis *D. martensii* lebih dominan dari *D. deokhatoides* dan *M. retzii*. *D. martensii* ditemukan di stasiun 1 - 8, sedangkan *D. deokhatoides* dan *M. retzii* terbatas pada

stasiun 2, 3, 5, dan 6. Hal ini menunjukkan bahwa *D. martensii* mempunyai kemampuan adaptasi yang tinggi untuk hidup dan berkembang biak dibandingkan *D. Deokhatoides* dan *M. retzii*. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kondisi habitat tidak memiliki perbedaan spesifik antara lokasi ditemukannya *D. martensii*, *D. deokhatoides* dan *M. retzii* (Tabel 9).

Kepadatan per jenis menunjukkan jenis *D. martensii* berbeda dengan *D. deokhatoides* dan *M. retzii*, begitu pula dengan kepadatan 3 jenis per stasiun. Nilai kepadatan pada stasiun 4 lebih kecil dari stasiun lainnya. Hal ini dikarenakan stasiun 4 adalah lokasi yang berada di hilir sungai dari seluruh kegiatan masyarakat. Menurut Dias & Tejerina-Garo (2010), struktur komunitas ikan di sungai dipengaruhi oleh lingkungan di sekitar perairan yang terkait dengan tingkat gangguan antropogenik. Hal ini memungkinkan stasiun 4 lebih banyak mengalami gangguan karena merupakan lokasi yang lebih banyak terpapar oleh limbah domestik. Hamidah (2004) dalam penelitiannya menyatakan bahwa aktivitas manusia pada habitat ikan akan memengaruhi keanekaragamannya. Deni *et al.* (2013), menjelaskan bahwa komposisi dan distribusi ikan sangat dipengaruhi oleh perubahan fisik, kimiawi, dan biologis. Data pada stasiun 4 menunjukkan bahwa stasiun ini memiliki nilai CO₂ tertinggi dan O₂ lebih rendah daripada stasiun lain.

Hasil pengelompokan yang didapat, menunjukkan bahwa tiga spesies ikan pipa sudah memiliki telur pada kisaran panjang 60,1-

63,7 mm (Tabel 4). Hasil penelitian Gurkan *et al.* (2009) pada jenis *Syngnathus acus*, panjang minimum jantan dan betina dalam rata-rata melakukan reproduksi pada kisaran 61-69 mm sedangkan penelitian di Laut Aegean memperlihatkan panjang rata-rata kuda laut untuk dapat melakukan reproduksi pada panjang 344 mm (Vincent *et al.* 1995). Menurut Dawson (1981), *M. retzii* memijah pada panjang 6,6 cm; dan Froese & Pauly (2020) dalam data fish base *D. deokhatoides* memijah pada panjang 13,6 cm, sedangkan *D. martensii* pada panjang 10,4 cm.

Hasil uji *Chi-Square* memperlihatkan nilai nisbah individu jantan dan betina bervariasi. Ketiga jenis ikan pipa yaitu *D. dekhatoides*, *D. mertensii*, dan *M. retzii* memiliki nilai $X^2_{hitung} < X^2_{tabel}$ pada nisbah 1 : 1 seimbang. Hasil tersebut menunjukkan perbandingan ikan pipa jantan dan betina dalam suatu populasi seimbang. Menurut Jobling (1995), nisbah kelamin ikan dapat dipengaruhi oleh kehidupan sosial ikan yaitu sifat menggerombolnya. Hoare *et al.* (2004) menyebutkan bahwa sifat menggerombol pada ikan dimungkinkan sebagai respons terhadap ketersediaan makanan dan perlindungan terhadap predator.

Hasil data menunjukkan kecepatan arus pada Sungai Merowi sebesar 0,04 – 0,52 mdt⁻¹. Effendi (2003), menyatakan bahwa perairan lotik dicirikan oleh arus yang searah dan relatif kencang, dengan kecepatan arus berkisar antara 0,1 – 1,0 mdt⁻¹, dan sangat dipengaruhi oleh waktu, iklim, dan pola drainase. Hasil pengukuran kecepatan arus,

Sungai Merowi termasuk dalam sungai yang berarus lambat - cepat. Pada stasiun 9a dan 9b termasuk ke dalam berarus sangat lambat (Tabel 4), sehingga ikan pipa tidak ditemukan pada kondisi arus tersebut.

Suhu air selama penelitian berkisar antara 27,25 – 31,25°C (Tabel 4). Menurut Mardhia & Abdullah (2018), suhu optimum untuk ikan di perairan pada daerah tropis berkisar 25 - 30°C, sedangkan pada stasiun 9a dan 9b memiliki suhu 30,25 – 31,25°C. Tingginya suhu perairan membuat lokasi tersebut tidak ditemukan ikan pipa. Hal ini diakibatkan naungan pohon di sekitar stasiun penelitian tidak ada, sehingga mengakibatkan suhu di perairan meningkat. Perubahan suhu akan memengaruhi distribusi, metabolisme, nafsu makan, reproduksi organisme serta fotosintesis (Fujaya 2004). Menurut Saraswati & Febriani (2016), populasi kuda laut masih dapat ditemukan pada suhu berkisar 28 - 29°C.

Nilai *eigenvalue* dan *variance* memiliki kontribusi yang penting untuk menduga dan memahami parameter fisik dan kimiawi yang memengaruhi pada setiap stasiun. Nilai *loading factor* (Tabel 5) dikategorikan bahwa pada PC 1 parameter yang memengaruhi yaitu parameter suhu perairan dan derajat keasaman (pH) sedangkan parameter yang memengaruhi di PC 2 yaitu kecepatan arus O₂ dan CO₂.

Adanya pengelompokan setiap stasiun memberikan gambaran setiap parameter yang menjadi penciri masing-masing stasiun. Beberapa parameter lingkungan mempunyai

korelasi dengan kondisi stasiun (Gambar 4). Gambar *scatter plot* pada kelompok 1 terdapat 2 parameter yang memiliki pengaruh positif terhadap stasiun 1, 2, 3 dan 5 yaitu kecepatan arus dan O₂. Kecepatan arus pada tiga stasiun tersebut berkisar antar 0,22 – 0,37 mdet⁻¹ yang tergolong berarus lambat hingga cepat. Niatiningsih & Amran (2017) mengatakan bahwa kecepatan arus berperan penting dalam proses pertukaran dan pengangkutan unsur zat. Hal tersebut menunjukkan bahwa kecepatan arus akan mempercepat pertukaran zat-zat yang ada dalam suatu perairan akan menjadi cepat stabil. Hal ini memungkinkan akan terjadi peningkatan kadar O₂ dalam perairan. Dalam hal ini berkaitan dengan tingginya kadar O₂ pada stasiun ini yaitu berkisar antara 3,05 – 3,62 mgL⁻¹. Tingginya kadar O₂ tersebut dikarenakan pada lokasi tersebut jauh dari permukiman dan aktivitas mandi dan mencuci masyarakat sehingga memengaruhi kehadiran tiga spesies anggota famili *Syngnathidae* di Sungai Merowi.

Gambar *scatter plot* pada kelompok 2 menunjukkan parameter berpengaruh positif yaitu parameter kedalaman, kecerahan dan pH yang terdapat pada stasiun 3. Rahman *et al.* (2016), berpendapat bahwa kecerahan di daerah waduk dipengaruhi oleh kondisi perairan, cuaca dan waktu. Pada saat penelitian, kondisi air lebih pekat dan berwarna hijau diakibatkan bahan organik yang ada di dasar perairan terangkat ke permukaan air saat musim kemarau. Kondisi stasiun 3 terdapat banyak lumut air dan tebal, sehingga memengaruhi jarak penetrasi cahaya pada

perairan, yang akan berpengaruh terhadap tingkat kecerahan. Stasiun 3 memiliki ciri perairan dengan kedalaman dan cerahan 95,25 cm, serta pH 7,12. Hal tersebut akan memengaruhi suhu air dan memungkinkan konsentrasi pH pada kelompok menjadi meningkat. Hasil analisis tersebut didukung adanya aktivitas mandi dan mencuci pada bagian hulu bendungan pengamatan menunjukkan nilai pH pada kelompok ini yaitu 7,24. Menurut Mainassy (2017), pH umumnya dipengaruhi oleh bahan organik dan anorganik yang mencemari perairan tersebut. Penelitian ini tidak berbeda jauh pada hasil penelitian Rahman *et al.* (2016), pada pengukuran pH di Waduk Darma di Jawa Barat yaitu berkisar 5,55 – 7,55.

Gambar *scatter plot* kelompok 3 berpengaruh positif terhadap faktor lingkungan lebar sungai, suhu dan CO₂ yang terdapat pada stasiun 9a dan 9b. Stasiun 9a dan 9b merupakan lokasi yang tidak memilikiutupan vegetasi dan daerah hilir yang luas yang merupakan daerah lentik memiliki ciri lebar sungai 20,65 – 19,74 cm, 30,25 – 31,25 °C dan 1,71 – 1,85 mgL⁻¹. Naiknya suhu akan menurunkan kadar O₂ terlarut di dalam air sehingga memengaruhi naiknya CO₂. Deskripsi pada lokasi 9a dan 9b memiliki lebar yang kecil tetapi stasiun ini merupakan inlet bendungan dari Sungai Tanak dengan tutupan lahan terbuka sehingga mengakibatkan naiknya suhu perairan akibat cahaya matahari secara langsung. Adanya pembagian stasiun 9 dan 10 ini dikarenakan bendungan Sungai

Merowi memiliki lahan sangat luas, sehingga harus terbagi menjadi dua (Tabel 1).

Pada kelompok 4 tidak terdapat parameter yang memengaruhi stasiun 4, 6, dan 7. Dari deskripsi lokasi (Tabel 1) menunjukkan stasiun 4, 6 dan 7 merupakan lokasi yang dekat dengan permukiman penduduk. Lokasi tersebut dipergunakan masyarakat untuk mandi, mencuci dan pembuangan limbah domestik atau sisa-sisa makan dan plastik. Mulia (2005) mengatakan masuknya bahan organik berupa sisa makanan menyebabkan peningkatan mikroorganisme dalam air sehingga memengaruhi kualitas air.

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian ikan pipa yang ditemukan sebanyak 248 individu dengan rata-rata kepadatan 0,14 individu/usaha. Panjang ikan pipa yang ditemukan berkisar 48,1 cm sampai 87,4 cm. Nisbah jenis kelamin jantan dan betina 1:1 (seimbang). Kehadiran anggota famili *Syngnathidae* di Sungai Merowi dipengaruhi oleh faktor suhu dan kecepatan arus .

Daftar pustaka

- APHA. 2000. Standard Method for Examination of Water and Waste Water 14th Ed. APHA-AWWA-WPFC. Port Press. Washington DC.
- Baensch HA & Riehl R. 1991. Aquarian atlas. Bd.3. Melle: Margus, Verlag fur Natur- und Heimtierkunde. Germany. 1104 p.
- Chong VC, Lee PK, Lau CM. 2010. Diversity, extinction risk and conservation Malaysian fishes. *Journal of Fish Biology*, 72(9): 2006-2066.
- Choo CK & Liew HC. 2003. Spatial distribution, substrate assemblages and size composition of sea horses (Family Syngnathidae) in the coastal waters of peninsular Malaysia. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 83(2): 271–276.
- Dawson CE. 1981. Review of the Indo-Pacific Doryrhamphine pipefish Genus *Doryichthys*, *Japanese Journal of Ichthyology*, 28(1): 1-18
- Deni W, Agung, Sugiyarto. 2013. Keanekaragaman jenis ikan di kawasan inlet dan outlet Waduk Gajah Mungkur Wonogiri. *Jurnal Bioteknologi*, 10(2): 43-50.
- Dias AM & Tejerina-Garo FL. 2010. Changes in the structure of fish assemblages in streams along an undisturbed-impacted gradient, upper paraná river basin. central Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 8(3): 587- 598.
- Effendi H. 2003. Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Kanisius. Yogyakarta.
- Foster SJ & Vincent ACJ. 2004. Life history and ecology of seahorses: implications for conservation and management. *Journal of Fish Biology*, 65(1): 1-61.
- Froese R & Pauly D. Editors. 2020. FishBase, World Wide Web Electronic Publication, www.fishbase.org, version (12/2020).
- Fujaya Y. 2004. Fisiologi Ikan Dasar Pengembangan Teknologi Perikanan. PT. Rineka Cipta. Jakarta.
- Gurkan S, Taskavak, Hossucu B. 2009. The reproductive biology of the great pipefish *Syngnathus acus* (Family: Syngnathidae) in the aegean sea. *North-Western Journal of Zoology*, 5(1): 179-190.
- Hamidah A. 2004. Keanekaragaman jenis ikan di Sungai Enim Kabupaten Muara Enim Provinsi Sumatera Selatan. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 4(2): 51-55.

- Hoare DJ, Couzin ID, Godin GJ, Krause J. 2004. Context-Dependent Group Size Choice in Fish. *Animal Behaviour*, 67(1): 155-164.
- IUCN. 2020. <http://oldredlist.iucnredlist.org/details/180652/0>, The IUCN Red List of Threatened Species, Version 2020-2
- Jobling M. 1995. *Environmental Biology of Fishes*. Chapman and Hall. London.
- Junaidi. 2010. *Statistika non – parametrik*. Fakultas Ekonomi Universitas Jambi. Jambi.
- Kottelat M, Whitten AJ, Kartikasari SN, Wiroatmodjo S. 1993. *Freshwater Fishes of Western Indonesia and Sulawesi*. Edisi Dwi Bahasa Inggris-Indonesia. Periplus Edition (HK) Ltd. Bekerjasama dengan Kantor Menteri KLH. Jakarta. Indonesia.
- Mainassy MC. 2017. Pengaruh parameter fisika dan kimia terhadap kehadiran ikan lompas (*Thryssa baelama* Forsskal) di Perairan Pantai Apui Kabupaten Maluku Tengah. *Jurnal Perikanan*, 19(2): 61-66.
- Mardhia D & Abdullah V. 2018. Studi analisis kualitas air sungai Brangbiji Sumbawa Besar. *Jurnal Biologi Tropis*, 18(2): 182-189.
- Mulia RM. 2005. *Kesehatan Lingkungan*. Graha Ilmu, Yogyakarta
- Prihartini A. 2006. Analisis tampilan biologis ikan layang (*Decapterus* spp) hasil tangkapan Purse Seine yang didaratkan di PPN Pekalongan. Tesis. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Rahman EC, Masyamir, Rizal A. 2016. Kajian variabel kualitas air dan hubungannya dengan produktifitas primer fitoplankton di perairan Waduk Darma Jawa Barat. *Jurnal Perikanan Kelautan*, 7(1): 93-102.
- Saidi SMR, Syamsuddin, Salam A. 2013. Pendugaan kelompok umur dan optimasi pemanfaatan sumberdaya ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) di Kabupaten Boalemo, Provinsi Gorontalo. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 7(1): 26-30.
- Saraswati SA, Febriani DAA. 2016. Monitoring populasi kuda laut di perairan Pantai Padang Bai Karangasem Bali. *Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan*, 7(2): 100-105.
- Silva K, Almada VC, Vieira MN, Monteiro NM. 2009. Female reproductive tactics in a sex-role reversed pipefish: scanning for male quality and number. *Journal of Behavioral Ecology*, 20(4): 768-772.
- Sparre P & Venema SC. 1999. *Introduksi Pengkajian Stok Ikan Tropis*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta.
- Niatiningsih A & Amran MA. 2017. Suitability of location for restocking clams Tridacnidae in the Spermonde Archipelago. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 9(2): 475-490.
- Vincent AC, Berglund A, Ahnesjö I. 1995. Reproductive ecology of five pipefish species in one eelgrass meadow. *Environmental Biology of Fishes*, 44(4): 347-361.
- Wilson AB & Orr JW. 2011. The evolutionary origins of Syngnathidae: pipefishes and seahorses. *Journal of Fish Biology*, 78(6): 1603-1623.

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

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

³Program 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 amfidromus 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 freshwater 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 sirip segi empat. Alat tangkap ini umum digunakan

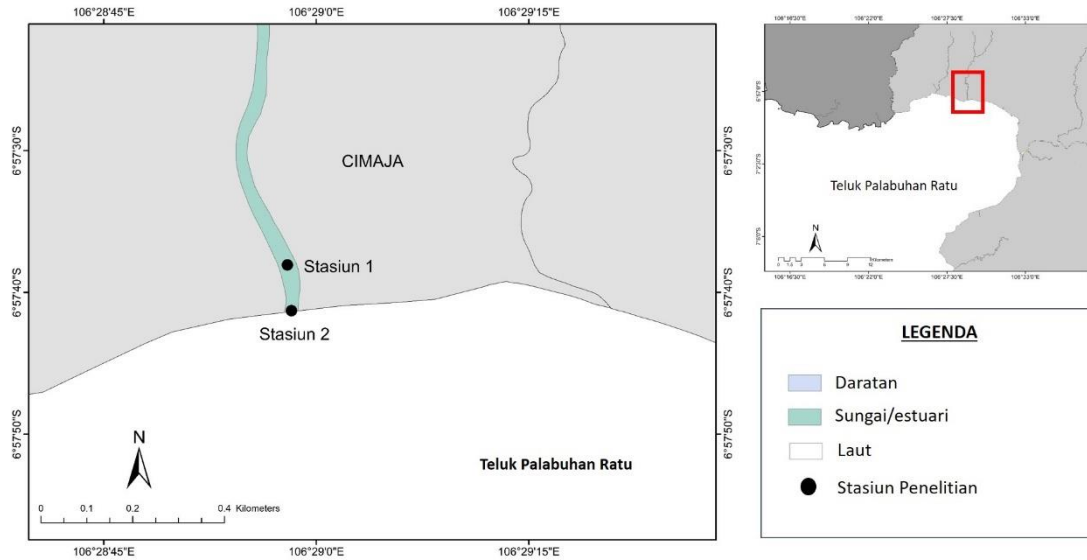
oleh masyarakat pesisir Sukabumi dalam melakukan penangkapan berbagai larva dan yuwana ikan (Imron *et al.* 2018). Sirip merupakan kelompok jaring angkat (*lift net*) yang terdiri atas empat bilah bambu yang dihubungkan pada selembur jaring halus/waring dengan *mesh size* 0,2 mm (Gambar 2). Sirip dioperasikan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

Pengukuran parameter fisik-kimiawi perairan

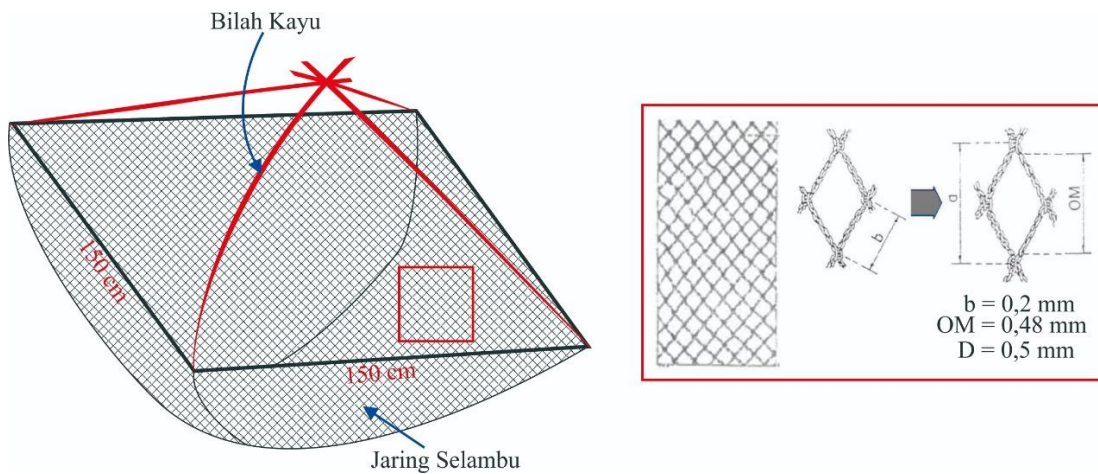
Data parameter fisik-kimiawi perairan juga diukur secara *in situ* sesaat sebelum sampling contoh ikan dilakukan. Parameter fisik meliputi suhu dan kekeruhan, sedangkan parameter kimiawi yang diukur adalah salinitas, pH, dan oksigen terlarut. Selain itu, data sekunder berupa tinggi pasang air laut juga 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).

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

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

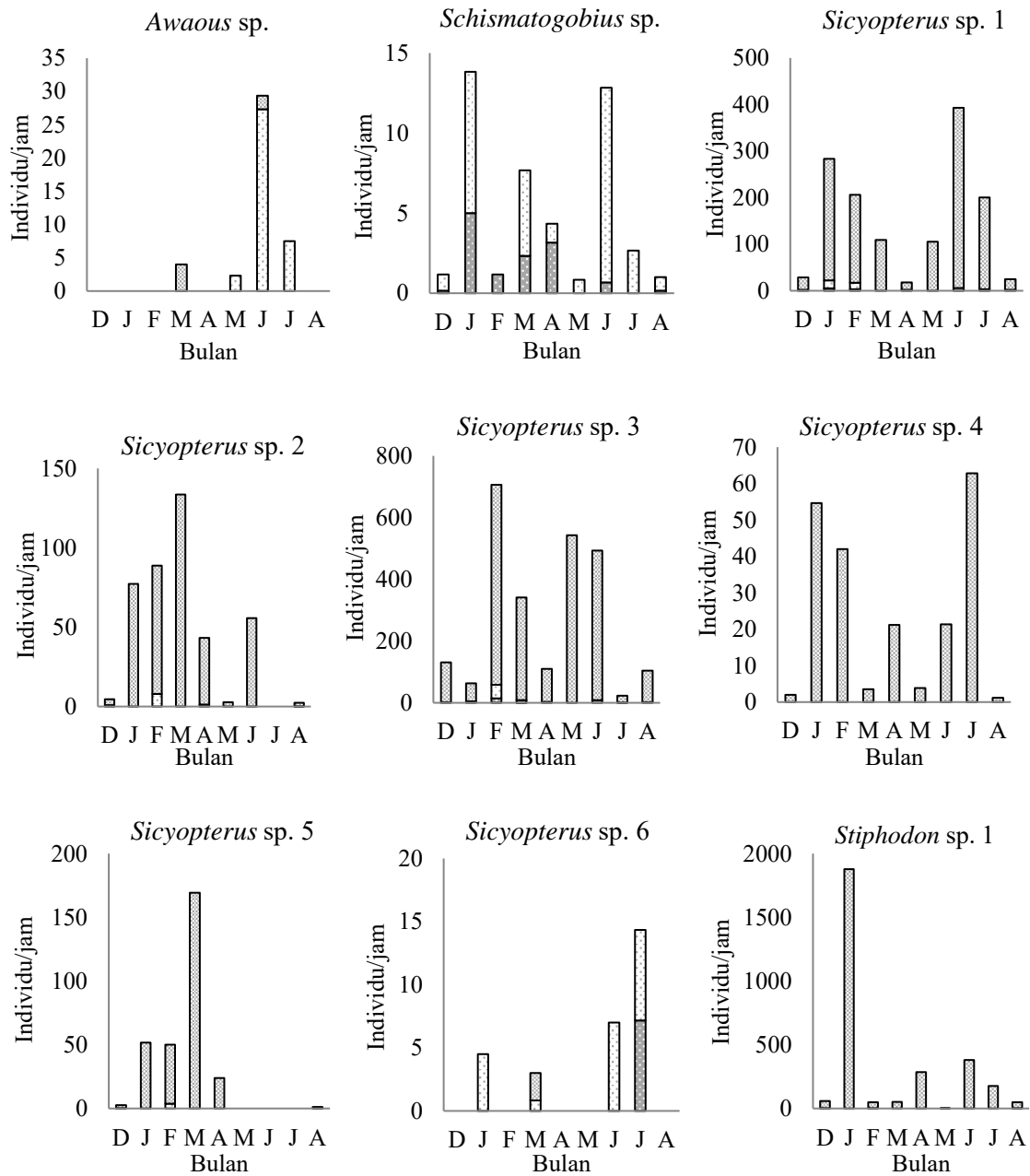
Tabel 3 Ikan yang ditemukan di estuari Sungai Cimaja

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

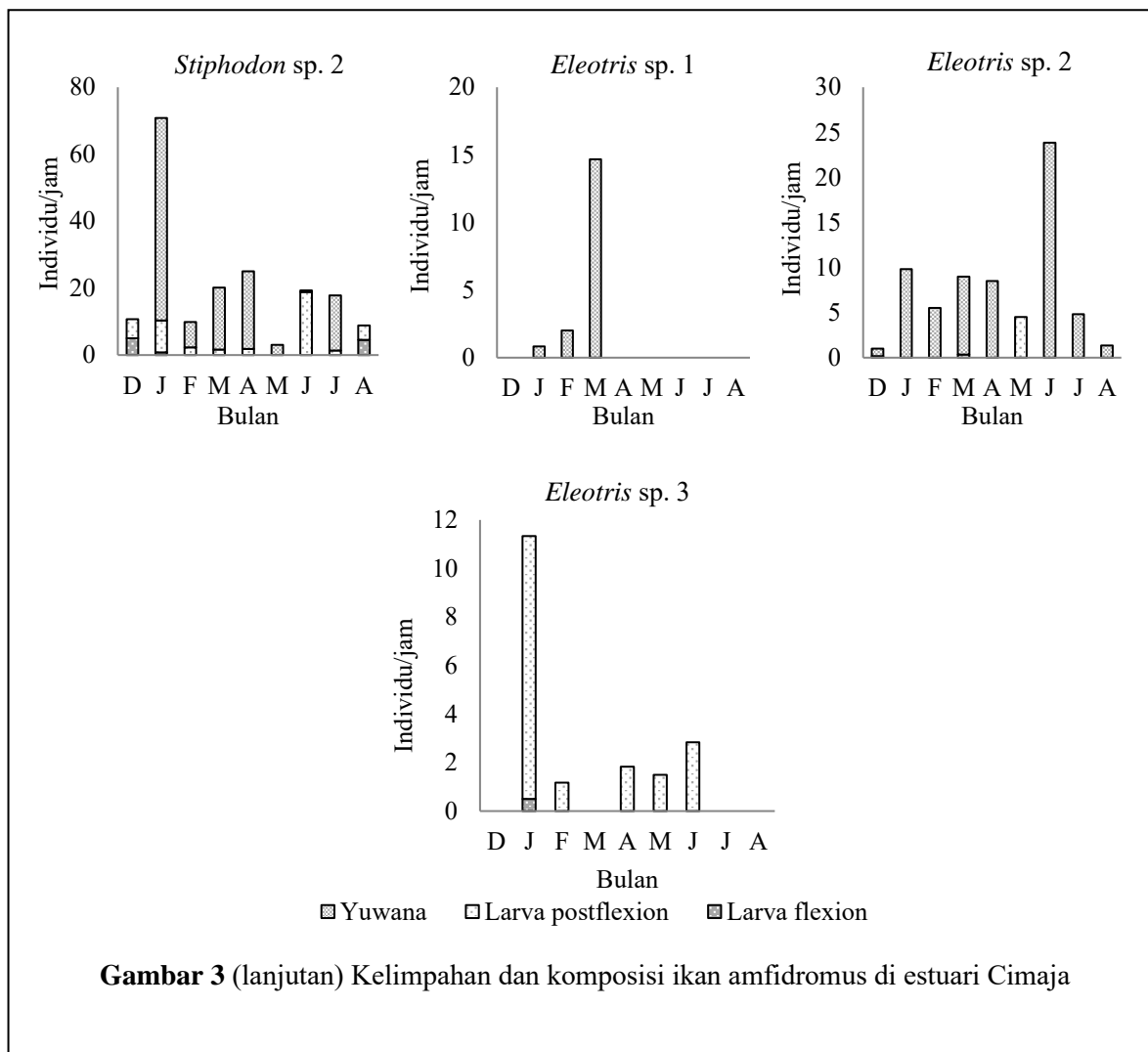


Gambar 3 Kelimpahan dan komposisi ikan amfidromus di estuari Cimaja

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).

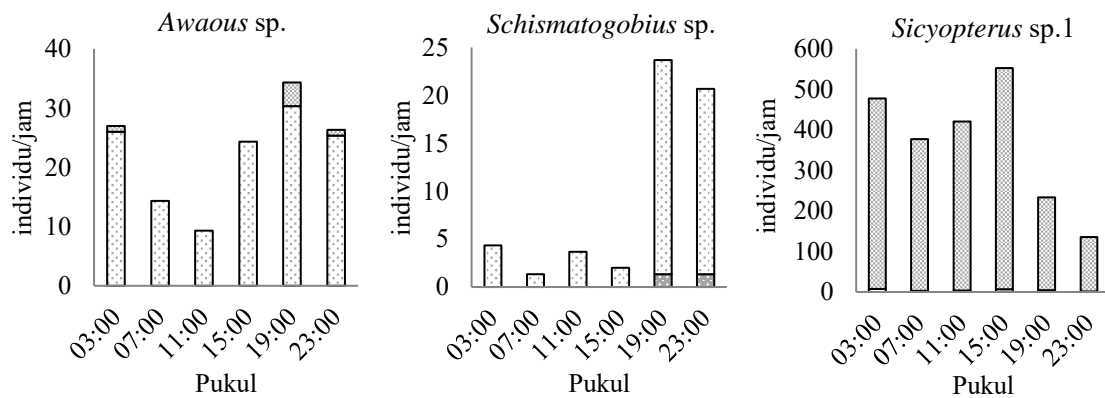
Keterkaitan parameter fisik-kimiawi perairan terhadap proses rekrutmen ikan amfidromus di perairan estuari Cimaja

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

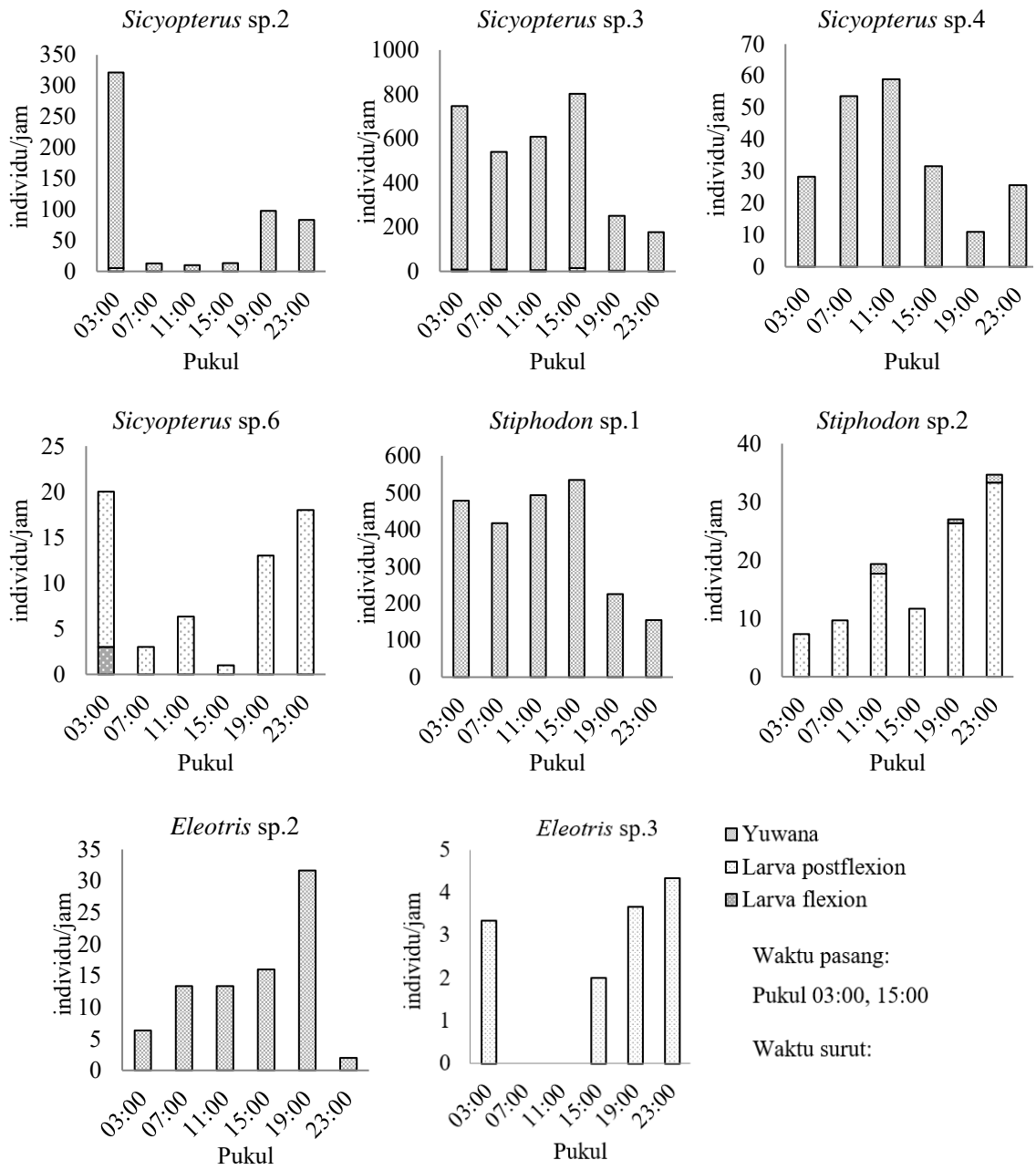
No.	Spesies	Panjang tubuh (mm)	Komposisi stadia rekrut	Bulan rekrut
1	<i>Awaous</i> sp.	6.9-14.8	D: 86%, E: 14%	3, 5, 6, 7
2	<i>Schismatogobius</i> sp.	6.9-10.8	D: 100%, E: 0%	12, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
3	<i>Sicyopterus</i> sp.1	11.9-16.8	D: 3%, E: 97%	12, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
4	<i>Sicyopterus</i> 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

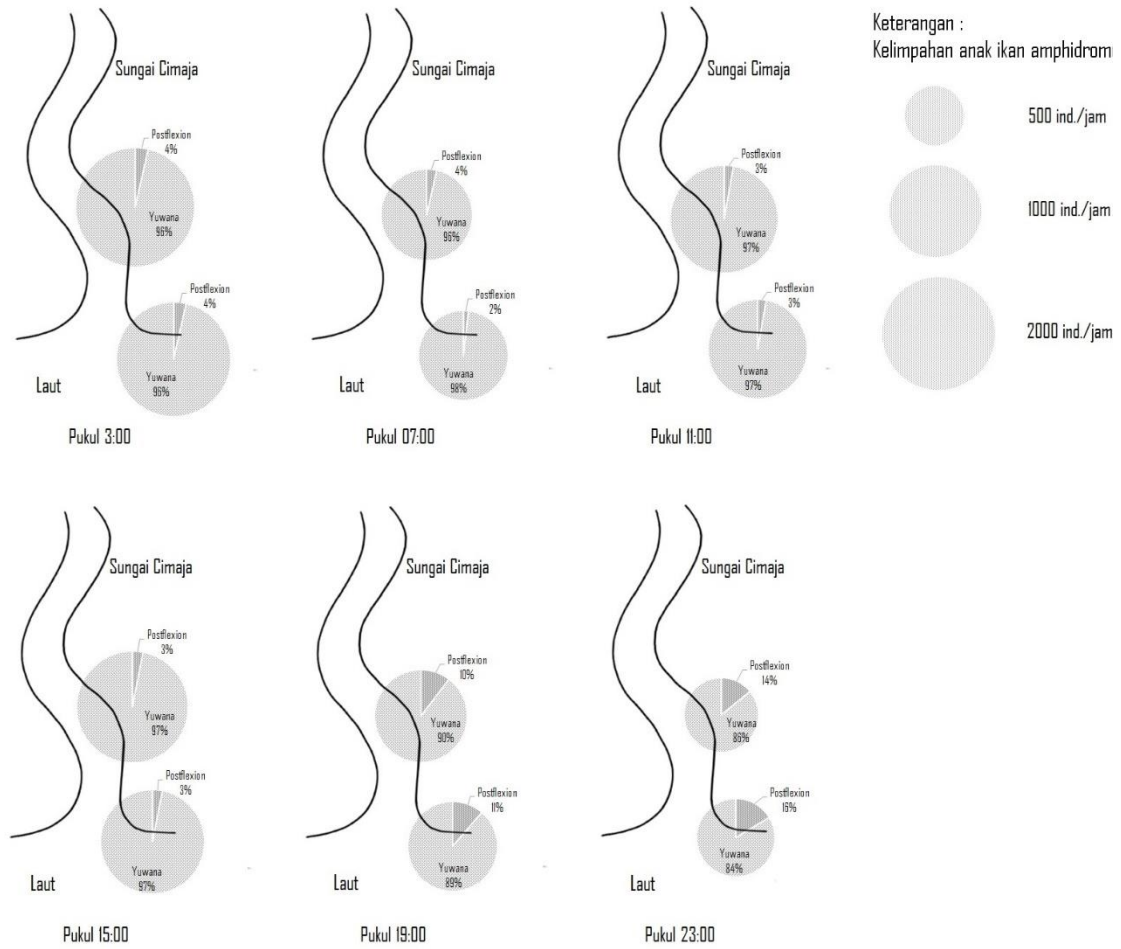


Gambar 4 Pola rekrutmen ikan amfidromus selama satu hari pengamatan pada bulan Juni 2020

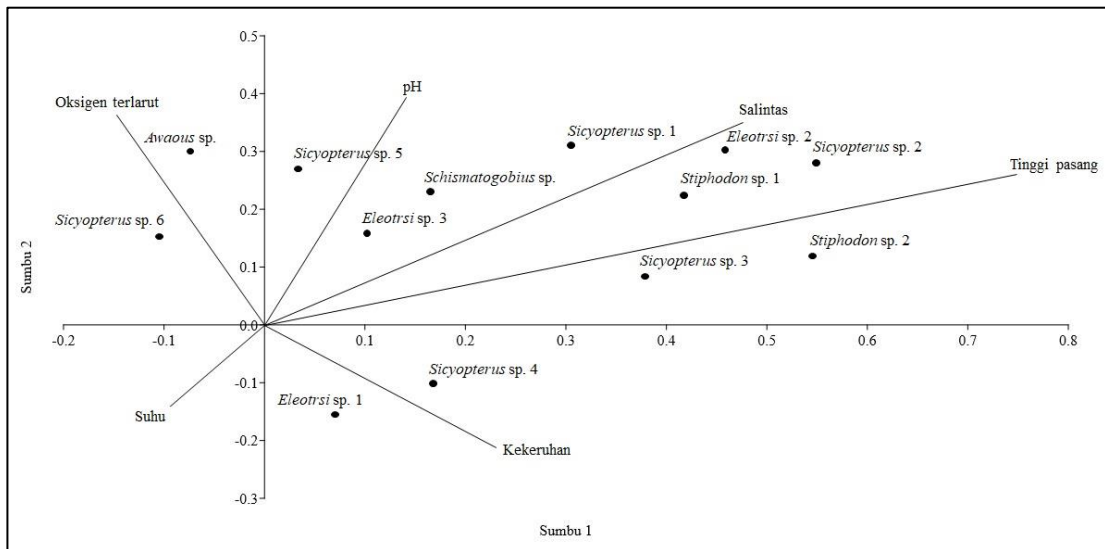
parameter fisik-kimiawi perairan terhadap proses rekrutmen dari setiap jenis anak ikan amfidromus. Secara keseluruhan, tinggi pasang air laut diketahui sebagai parameter yang paling berpengaruh terhadap proses rekrutmen dari kebanyakan anak ikan amfidromus ke wilayah perairan estuari Cimaja (Gambar 6).



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 melanosome*, 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. *AAFL 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. *AAFL 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.

Persantunan

Kami berterima kasih kepada para mitra bestari yang telah berkenan meluangkan waktu serta mencurahkan tenaga dan pikiran untuk menelaah dan menilai kelayakan artikel yang diterbitkan pada *Jurnal Iktiologi Indonesia* Volume 21 Nomor 3 Bulan Oktober Tahun 2021, yaitu:

Prof. Dr. Agus Nuryanto - Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman

Prof. Dr. Andi Iqbal Burhanuddin - Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin

Dr. Desy Sugiani - Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar dan Penyuluhan Perikanan

Dr. Dinamella Wahjuningrum - Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor

Prof. Dr. Endi S. Kartamihardja – Masyarakat Iktiologi Indonesia

Dr. Fahmi - Pusat Penelitian Oseanografi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia

Dr. Indra Gumay Yudha - Perairan Fakultas Pertanian Universitas Lampung

Dr. Jefry Jack Mamangkey - Universitas Negeri Manado

Dr. Muhaimin Hamzah - Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Halu Oleo

Dr. Selvia Oktaviyani. - Pusat Penelitian Oseanografi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia

Dr. Senny Helmiati, S.Pi., M.Sc - Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada

Dr. Ir. Siti Aslamyah, MP - Departemen Perikanan Fakultas Pertanian UGM

Prof. Dr. Sorta Basar Ida Simanjuntak - Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman

Prof. Dr. Usman Muhammad Tang - Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan - Universitas Riau

Dr. Wellem H. Muskita - Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Halu Oleo

Indeks penulis

Abdul Hamid A. Toha	199	Mohamad Ayip Firmansyah	235
Adam Robisalmi	25, 117	Mudjirahayu	199
Afifah Shabirah	291	Muhammad Agus Suprayudi	253
Agung Budiharjo	1	Muhammad Dailami	199
Alam Putra Persada	49	Muhammad Zairin Jr	253
Amula Nurfiarini	105	Muh. Herjayanto	235
Ardana Reswari Dianingrum	215	Muh Irwan	267
Ayu Ervinia	321	Mustahal	235
Bambang Gunadi	25, 117	Nova Hariani	215
BG Hutubessy	39	Novi Mayasari	151
Charles P.H. Simanjuntak	321	Nurlisa A. Butet	61
Dedi Jusadi	131	Nyoman Dati Pertamina	185
Dedy Duryadi Solihin	61, 149, 161	Priadi Setyawan	117
Dimas Angga Hediando	105	Putri Aji Sutarni	1
Djamhuriyah S Said	151	Ridwan Affandi	49
Dwi Febrianti	151	Riska Puluhulawa	89
Elisa Herawati	1	Riyandi	305
Faqih Baihaqi	321	Roni Bawole	199
Fitratul Muaddama	11	Rosidah	277, 291
Fitrie Mellianawaty Pratiwy	291	Shafira Bilqis A	321
Friesland Tuapetel	167	Sri Endah Purnamaningtyas	105
Gadis Sri Haryani	253	Sri Wahyuni Firman	11
Gema Wahyudewantoro	305	Sulistiono	321
Gita Kusuma Rahayu	61	Surianti	11, 267
Hasrianti	267	Tatag Budiardi	89
Hendrikus R. Siga	199	TedjoSukmono	75
Ichsan Ahmad Fauzi	131	Tjandra Chrismadha	151
Iis Diatin	89	Tresia S. Tururaja	199
I Nyoman Yoga Parawangsa	185	Tri Rima Setyawati	305
Ira Akhdiana	253	VPY Likumahuwa	39
Irzal Effendi	89	Wahyudi	11, 267
Iskandar	277	Walim Lili	291
Ismail Rahmat	131	Winda Dwi Kartika	75
Jusmaldi	215	Yuli Andriani	277
JW Mosse	39	Yuniar Mulyani	291
Kartiawati Alipin	25	Yusup A. Jentewo	199
Kasianus Krisye Firstantha	305	Zahidah	277
Mas Bayu Syamsunarno	235	Zeth Parinding	199
Mia Setiawati	131		

Indeks subyek

- Acetobacter* 267
Aeromonas hydrophila 291
amfidromus 321
Aspergillus niger 267
bakteri asam laktat 291
barkoding DNA49, 75
Bendungan Lempake 215
Danau Pangelang 105
Danau Tamblingan 185
debit air 89
dedak padi 11, 267
endoparasit 1
enzim 11, 131
faal darah 23
faktor kondisi 117, 185, 215
fekunditas 167
fine bubbles 277
glukosa darah 253
glutamin 131
gonad 253
hubungan panjang-bobot 39, 185
Hutan Harapan 75
hormon estradiol-17 β 253
Ikan
 bada *Rasbora argyrotaenia* 253
 belida *Chitala lopis* 49
 botia *Chromobotia macracanthus* 89
 gabus *Channa striata* 61
 hiu paus, *Rhincodon typus* 199
 lele *Clarias gariepinus* 131
 mas *Cyprinus carpio* 291
 nila *Oreochromis niloticus* 1, 11, 267
 nila merah *Oreochromis* sp. 23
 nilem *Osteochilus vittatus* 151
 nyalian *Barbodes binotatus* 185
 padi *Oryzias woworae* 235
 patin siam, *Pangasianodon hypophthalmus* 277
 sepat rawa *Trichopodus trichopterus* 215
 terbang *Cheilopogon abei* 167
gelombang panas 321
ikan tahan cekaman 75
imunostimulan 291
intestinum 1
kematangan gonad 167
kinerja produksi 89
konversi pakan 267, 277
Lactobacillus sp. 11
laju pertumbuhan spesifik
Lemna 151
luas relung 105
luka hiu paus 199
metode bayesian 39
nisbah kelamin 235
optimasi pemijahan 235
padat tebar 89
pakan 151
pembatasan pakan 23
pemijahan 167
persebaran 185
pertumbuhan 23, 117, 131, 151, 215, 277
plasma darah 253
postflexion 321
ruaya 321
salinitas 117
sintasan 267, 291
sistem resirkulasi 89
spirulina 253
struktur komunitas ikan 105
struktur populasi 305
Sungai Merowi 305
Syngnathidae Taman Nasional Teluk Cenderawasih 199
tambak 117
usus 131
yuwana 321

Volume 21

Putri Aji Sutarni, Elisa Herawati, Agung Budiharjo Prevalensi endoparasit dan gambaran histopatologi intestinum pada ikan nila, <i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758) di kolam budidaya di Desa Janti, Kecamatan Polanharjo, Kabupaten	1
Surianti, Fitriatul Muaddama, Wahyudi Pengaruh konsentrasi dedak padi terfermentasi menggunakan <i>Lactobacillus</i> sp. dalam pakan buatan terhadap kinerja pertumbuhan dan aktivitas enzim ikan nila, <i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	11
Adam Robisalmi, Kartiawati Alipin, Bambang Gunadi Efek pembatasan dan pemberian pakan kembali secara berkala terhadap pertumbuhan kompensatori dan faal darah ikan nila merah, <i>Oreochromis</i> spp.	23
BG Hutubessy, JW Mosse, VPY Likumahuwa Hubungan panjang-bobot ikan selar bentong, <i>Selar crumenophthalmus</i> (Bloch, 1793): Pengukuran langsung vs pendekatan hirarki bayesian. . .	39
Alam Putra Persada, Dedy Duryadi Solihin, Ridwan Affandi Karakteristik genetik ikan belida <i>Chitala lopis</i> (Bleeker, 1851) asal Lampung dan Kalimantan berdasarkan gen <i>COI</i>	51
Gita Kusuma Rahayu, Dedy Duryadi Solihin, Nurlisa A. Butet Keragaman populasi ikan gabus, <i>Channa striata</i> (Bloch, 1793) dari Bekasi, Jawa Barat dan Barito Kuala, Kalimantan Selatan menggunakan gen <i>Cytochrome B</i>	61
Tedjo Sukmono, Kartika Winda Hubungan filogenetik ikan tahan cekaman di Hutan Harapan Jambi berdasarkan DNA Barcode	75
Riska Puluhulawa, Tatag Budiardi, Iis Diatin, Irzal Effendi Kinerja produksi dan analisis usaha ikan botia, <i>Chromobotia macracanthus</i> (Bleeker 1852) pada sistem resirkulasi dengan padat tebar dan debit air berbeda	89
Sri Endah Purnamaningtyas, Dimas Angga Hediando dan Amula Nurfiarini Struktur komunitas dan relung makanan beberapa jenis ikan di danau Lindung Pangelang, Kabupaten Kapuas Hulu	105
Bambang Gunadi, Priadi Setyawan, Adam Robisalmi Pertumbuhan, hubungan panjang-bobot, dan faktor kondisi ikan nila NIFI (<i>Oreochromis</i> sp.) dan srikandi (<i>Oreochromis aureus x niloticus</i>) pada pembesaran di tambak bersalinitas tinggi.	117
Ismail Rahmat, Dedi Jusadi*, Mia Setiawati, Ichsan Ahmad Fauzi Evaluasi penambahan glutamin pada pakan terhadap struktur dan fungsi usus, serta pertumbuhan benih ikan lele, <i>Clarias gariepinus</i> (Burchell 1822).	131
Djamhuriyah S. Said, Novi Mayasari, Dwi Febrianti, Tjandra Christmadha Kinerja pertumbuhan dan sintasan ikan nilam <i>Osteochilus vittatus</i> (Valenciennes, 1842) pada pemeliharaan dengan pakan kombinasi tumbuhan lemna (<i>Lemna perpusilla</i> Torr) dan pakan komersial.	151
Friesland Tuapetel Biologi reproduksi ikan terbang, <i>Cheilopogon abei</i> Parin, 1996 di perairan Selat Geser Seram Timur	167

Nyoman Dati Pertami, I Nyoman Yoga Parawangsa Hubungan panjang bobot, faktor kondisi, dan persebaran ikan nyalian (<i>Barbodes binotatus</i> Valenciennes 1842) di Danau Tamblingan Bali	185
Yusup A. Jentewo, Roni Bawole, Tresia S. Tururaja, Mudjirahayu, Zeth Parinding, Hendrikus R. Siga, Muhammad Dailami, Abdul Hamid A. Toha Ukuran dan luka hiu paus, <i>Rhincodon typus</i> Smith, 1828 di Taman Nasional Teluk Cenderawasih.	199
Jusmaldi, Ardana Reswari Dianingrum, Nova Hariani Pola pertumbuhan dan faktor kondisi ikan sepat rawa <i>Trichopodus trichopterus</i> (Pallas, 1770) dari Bendungan Lempake, Kalimantan Timur.	215
Mohamad Ayip Firmansyah, Mustahal, Mas Bayu Syamsunarno, Muh. Herjayanto Optimasi reproduksi ikan padi endemik Sulawesi Tenggara <i>Oryzias woworae</i> (Parenti & Hadiaty, 2010) melalui nisbah kelamin pemijahan berbeda.	235
Ira Akhdiana, Muhammad Zairin Jr., Gadis Sri Haryani, Muhammad Agus Suprayudi Perkembangan gonad dan profil plasma darah induk ikan buda <i>Rasbora argyrotaenia</i> (Bleeker 1849) betina dengan pemberian kombinasi hormon estradiol dan <i>spirulina</i> dalam pakan.	253
Surianti, Hasrianti, Wahyudi, Pengaruh tepung dedak padi terfermentasi dalam pakan buatan terhadap sintasan dan nisbah konversi pakan ikan nila, <i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758) ..	267
Yuli Andriani, Zahidah Hasan, Rosidah, Iskandar Pengaruh perbedaan tekanan dalam fine bubbles (FBs) terhadap pertumbuhan, konversi pakan ikan patin siam, <i>Pangasianodon hypophthalmus</i> (Sauvage, 1878) dan kualitas air pada sistem akuaponik.	277
Rosidah, Yuniar Mulyani, Walim Lili, Fitri Mellianawaty Pratiwy, Afifah Shabirah Effectiveness of lactic acid bacteria to increase the body resistance of common carp, <i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758 against <i>Aeromonas hydrophila</i>	291
Kasianus Krisye Firstantha, Tri Rima Setyawati, Riyandi, Gema Wahyudewantoro Struktur populasi tiga spesies ikan pipa Famili Syngnathidae di Sungai Merowi Kecamatan Kembayan Kabupaten Sanggau Kalimantan Barat.	305
Charles P.H. Simanjuntak, Faqih Baihaqi, Tri Prabowo, Shafira Bilqis A, Sulistiono, Ayu Ervinia Pola rekrutmen ikan amfidromus air tawar (Pisces: Gobiidae, Eleotridae) ke Estuari Cimaja, Teluk Palabuhanratu.	321

Ucu Cahyadi, Dedi Jusadi, Ichsan Ahmad Fauzi, Ade Sunarma Peran penambahan enzim pada pakan buatan terhadap pertumbuhan larva ikan lele afrika <i>Clarias gariepinus</i> Burchell, 1822 [Supplemental enzyme in artificial diets for north african catfish larvae <i>Clarias gariepinus</i> Burchell, 1822]	155
Adiara Firdhita Alam Nasyrh, M. Fadjar Rahardjo, Charles P.H. Simanjuntak Reproduksi ikan beseng-beseng, <i>Marosatherina ladigesii</i> Ahl, 1936 di Sungai Pattunuang dan Sungai Batu Puteh, Sulawesi Selatan [Reproduction of Celebes rainbowfish, <i>Marosatherina ladigesii</i> Ahl, 1936 in Pattunuang and Batu Puteh Rivers, South Sulawesi]	171
Muhammad Nur, M. Fadjar Rahardjo, Charles P.H. Simanjuntak, Djumanto, Krismono Morphometric and meristic characteristics of an endemic Pirik Fish <i>Lagusia micracanthus</i> Bleeker, 1860 in the rivers of Maros and Wallanae Cenrana Watersheds [Karakteristik morfometrik dan meristik ikan endemik pirik, <i>Lagusia micracanthus</i> Bleeker, 1860 pada sungai-sungai di Daerah Aliran Sungai (DAS) Maros dan DAS Wallanae Cenrana]	189
Abinawanto Abinawanto, Siti Z Musthofa, Retno Lestari, Anom Bowolaksono Pengaruh larutan madu sebagai krioprotektan alami terhadap kualitas sperma ikan botia (<i>Chromobotia macracanthus</i> Bleeker 1852) [The honey solution effect as a natural cryoprotectant on sperm quality of botia, <i>Chromobotia macracanthus</i> Bleeker 1852]	205
Jusmaldi, Nova Hariani, Medi Hendra, Nikmahtulhaniah Ayu Wulandari, Sarah Beberapa aspek biologi reproduksi ikan nilam, <i>Osteochilus vittatus</i> Valenciennes, 1842) di perairan Waduk Benanga, Kalimantan Timur [Some reproductive biology aspects of bonylip barb (<i>Osteochilus vittatus</i> Valenciennes, 1842) in the waters of Benanga Reservoir, East Kalimantan]	217
Ihham Zulfahmi, Yusrizal Akmal, Muhammad Radhi, Muslich Hidayat, Muliari Osteologi komparatif tulang belakang <i>Tor tambroides</i> (Bleeker, 1854) dan <i>Tor tambra</i> (Valenciennes 1842) [Comparative osteology of <i>Tor tambroides</i> (Bleeker, 1854) and <i>Tor tambra</i> (Valenciennes 1842) vertebral column (<i>ossa vertebrae</i>)]	235
Sadza Maulidyasari, Djumanto Biological parameters of Bonylip barb (<i>Osteochilus vittatus</i> Valenciennes, 1842) in Lake Rawa Pening Semarang Regency [Parameter biologis ikan nilam (<i>Osteochilus vittatus</i> Valenciennes, 1842) di Danau Rawa Pening Kabupaten Semarang]	249
Muhammad Nur, M. Fadjar Rahardjo, Charles P.H. Simanjuntak, Djumanto, Krismono Length-weight relationship and condition factor of an endemic <i>Lagusia micracanthus</i> Bleeker, 1860 in Rivers of Maros Watershed [Hubungan panjang bobot ikan endemik, <i>Lagusia micracanthus</i> Bleeker, 1860 pada Sungai-Sungai di Daerah Aliran Sungai Maros]	261
Yuke Eliyani, Iin Siti Djunaidah, Sujono Pertumbuhan dan sintasan yuwana ikan patin, <i>Pangasianodon hypophthalmus</i> (Sauvage, 1878) yang dipelihara pada berbagai sistem resirkulasi [Growth performance and survival rate of catfish (<i>Pangasianodon hypophthalmus</i>) juvenile which is reared in recirculation system].	269
Wijianto, Kukuh Nirmala, Yuni Puji Hastuti, Eddy Supriyono Kualitas warna ikan Sumatra <i>Puntigrus tetrazona</i> (Bleeker, 1855) pada paparan spektrum cahaya yang berbeda [The color quality of Sumatra barb <i>Puntigrus tetrazona</i> (Bleeker, 1855) in different light spectrum exposure]	281
Sujaka Nugraha, Julie Ekasari, M Zairin Junior, Widanarni Kinerja sistem pencernaan dan pertumbuhan larva ikan lele <i>Clarias gariepinus</i> (Burchell, 1822) yang dipelihara pada sistem bioflok dengan penambahan <i>Chlorella</i> sp [Digestive system and growth performance of African catfish	297

larvae *Clarias gariepinus*, (Burchell, 1822) maintained with biofloc technology with the addition of *Chlorella* sp.]

.

PANDUAN bagi PENULIS

Jurnal Iktiologi Indonesia (JII) menyajikan artikel yang berkenaan dengan segala aspek kehidupan ikan (Pisces) di perairan tawar, payau, dan laut. Aspek yang dicakup antara lain biologi, fisiologi, taksonomi dan sistematika, genetika, dan ekologi, serta terapannya dalam bidang penangkapan, akuakultur, pengelolaan perikanan, dan konservasi. Artikel yang dimuat merupakan hasil lengkap suatu penelitian.

JII mengundang kepada siapapun untuk menulis resensi buku yang berkaitan dengan aspek-aspek tersebut di atas dan mempublikasikan. Ulas balik (*review*) suatu topik yang dipandang penting dan aktual ditulis seorang pakar atas permintaan dewan penyunting. Komentar dan atau tanggapan atas suatu artikel yang dimuat disediakan ruang.

JII diterbitkan tiga kali setahun (Februari, Juni, dan Oktober). Pada nomor terakhir tiap volume dimuat daftar isi, indeks penulis, dan indeks subyek.

Artikel dapat ditulis dalam Bahasa Indonesia atau Bahasa Inggris. Artikel belum pernah diterbitkan pada media manapun. Dewan Penyunting akan menerima atau menolak artikel berdasarkan kesesuaian materi dengan ruang lingkup JII, dan meringkas atau menyunting artikel bila diperlukan untuk menyesuaikan dengan halaman yang tersedia tanpa mengaburkan substansi. Opini yang tertuang dalam tulisan artikel tidak menggambarkan kebijakan penyunting.

Untuk semua keperluan, penulis pertama dianggap sebagai penulis korespondensi artikel, kecuali ada keterangan lain. Penulis, yang artikelnya disetujui untuk diterbitkan, bersedia mengalihkan hak cipta naskah kepada penerbit (*Masyarakat Iktiologi Indonesia*). Cetakan awal akan dikirimkan kepada penulis korespondensi untuk mendapatkan tanggapan. Tanggapan penulis dan surat persetujuan pengalihan hak cipta segera dikirim ke penyunting dalam waktu satu minggu.

Dalam hal penemuan baru, disarankan kepada penulis untuk mengurus hak patennya sebelum mempublikasikan dalam jurnal ini.

Pengajuan naskah

Pengajuan naskah dapat dilakukan kapan pun dengan mengirimkan satu salinan lunak (*soft*

copy) kepada dewan penyunting JII melalui laman:

jurnal-iktiologi.org

dan melalui surat elektronik dengan alamat:

jurnal.iktiologi@gmail.com

Naskah yang diterima penyunting akan ditelaah oleh dua mitra bestari anonim yang kompeten untuk memperoleh penilaian konstruktif agar mendapatkan suatu taraf publikasi yang tinggi.

Panduan berikut membantu anda dalam menyiapkan naskah yang akan dikirimkan ke JII. Naskah yang ditulis sesuai dengan ketentuan pada panduan akan mempercepat waktu pemeriksaan dan penyuntingan.

Penyiapan naskah

Pastikan bahwa naskah cukup jelas untuk disunting, dengan mengikuti hal berikut:

- Ukuran kertas: A4 dengan batas pinggir 3 cm seluruhnya, bernomor halaman yang dituliskan pada ujung kanan bawah.
- Naskah ditulis dalam satu kolom pada tiap halaman.
- Naskah diketik menggunakan Microsoft Word for Windows dalam spasi 1,5 baris, tipe huruf Times New Roman ukuran 12. Karakter huruf pada Gambar dapat berbeda dari ketentuan ini.
- Teks dituliskan hanya rata kiri.
- Gunakan spasi tunggal (bukan ganda) sesudah tanda baca (titik, koma, titik dua, titik koma).
- Gunakan satuan Sistem Internasional (SI) untuk pengukuran dan penimbangan.
- Nama ilmiah organisme disesuaikan dengan kode nomenklatur internasional (*e.g. International Code of Zoological Nomenclature*). Nama genus dan spesies ditulis dalam huruf miring (*italik*).
- Tidak menggunakan garis miring (sebagai ganti kata per), tetapi menggunakan tika atas indeks minus, contoh 9 m/det dituliskan 9 m det⁻¹.
- Jangan menggunakan singkatan tanpa keterangan sebelumnya. Kata yang disingkat sebaiknya ditulis lengkap pada penyebutan pertama diikuti singkatan dalam tanda kurung.
- Tanggal ditulis sebagai 'hari bulan tahun', misal 12 September 2010. Singkatan bulan pada tabel dan gambar menggunakan tiga kata pertama nama bulan, misal Feb, Jun, Okt.

- Peta memuat petunjuk garis lintang dan garis bujur, serta menyebutkan sumber data.
- Gambar atau foto organisme atau bagian organisme harus diberi keterangan skala.
- Periksa untuk memastikan bahwa gambar telah diberi nomor secara benar seperti yang dikutip dalam teks. Nomor dan judul gambar terletak di bagian bawah gambar.
- Pastikan bahwa tabel telah diberi nomor dengan benar dan berurutan sesuai dengan nomor yang dikutip dalam teks. Posisi nomor dan judul tabel terletak di atas tabel. Judul sebaiknya jelas, lengkap dan informatif. Letakkan sumber data dan catatan tepat di bawah tabel. Jangan memuat garis vertikal pada tabel. Hilangkan garis horisontal dari tabel, kecuali garis atas dan bawah judul kolom dan garis akhir dasar tabel.
- Ketepatan pengutipan pustaka sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. JII menganut sistem nama-tahun dalam pengutipan. Nama keluarga dan tahun publikasi dicantumkan dalam teks *eg.* Rahardjo & Simanjuntak (2007) atau (Rahardjo & Simanjuntak 2007) untuk satu dan dua penulis; Sjafei *et al.* (2008) atau (Sjafei *et al.* 2008) untuk penulis lebih dari dua. Penulisan banyak pustaka kutipan dalam teks diurutkan dari yang tertua *eg.* (Gonzales *et al.* 2000, Stergiou & Moutopoulos 2001, Khaironizam & Norma-Rashid 2002, Abdurahiman *et al.* 2004, Frota *et al.* 2004; dan Tarkan *et al.* 2006). Pustaka bertahun sama disusun berurut menurut abjad penulis. Pustaka dari penulis yang sama dan dipublikasikan pada tahun yang sama dibedakan oleh huruf kecil (a, b, c dan seterusnya) yang ditambahkan pada tahun publikasi, *eg.* Syafei 2018a, Syafei 2018b.

Bagian-bagian naskah

Judul ditulis di tengah dengan huruf tebal berukuran 13 dan terjemahan ditulis dengan huruf biasa berukuran 11. Judul hendaknya singkat, tepat, dan informatif yang mencerminkan isi artikel.

Nama penulis ditulis dengan huruf biasa berukuran 12. Alamat ditulis dengan huruf biasa berukuran 9, yang memuat nama dan alamat lembaga disertai kode pos. Cantumkan alamat surat elektronik semua penulis.

Abstrak ditulis dalam Bahasa Indonesia dan Inggris tidak melebihi 250 kata. Abstrak memuat tujuan, apa yang dilakukan (metode), apa yang ditemukan (hasil), dan simpulan. Hindari singkatan dan kutipan pustaka. Abstrak terdiri atas satu alinea.

Kata penting ditulis dalam Bahasa Indonesia dan Inggris tidak melebihi tujuh kata yang disusun menurut abjad.

Pendahuluan menjelaskan secara utuh dan jelas alasan mengapa studi dilakukan. Hasil-hasil sebelumnya yang terkait dengan studi anda (*state of the art*) dirangkum dalam suatu acuan yang padat. Nyatakan tujuan penelitian anda.

Bahan dan Metode dituliskan secara lengkap dan jelas. Lokasi dan kapan penelitian disebutkan. Spesifikasi alat disebutkan.

Hasil. Di sini anda kemukakan informasi dan hasil yang diperoleh berdasarkan metode yang digunakan. Jangan mengutip pustaka apapun pada bab ini.

Pembahasan. Nilai suatu naskah ditentukan oleh suatu pembahasan yang baik. Di sini hasil studi anda dihubungkan dengan hasil studi sebelumnya. Hasil diinterpretasikan dengan dukungan kejadian atau pustaka yang memadai. Hasil yang tidak diharapkan atau anomali perlu dijelaskan. Penggunaan pustaka primer mutakhir (10 tahun terakhir) sangat dianjurkan.

Simpulan dinyatakan secara jelas dan ringkas, serta menjawab tujuan penelitian.

Persantunan (bila perlu) memuat lembaga atau orang yang mendukung secara langsung penelitian atau penulisan naskah anda.

Daftar pustaka disusun menurut abjad nama penulis pertama. Pastikan semua pustaka yang dikutip dalam teks tertera di daftar pustaka, dan demikian pula sebaliknya.

- Judul artikel ditulis lengkap, huruf capital hanya pada kata pertama dan nama diri. Nama terbitan berkala ditulis lengkap bukan singkatan (ditulis dalam huruf italik), yang diikuti oleh volume dan nomor terbitan, serta nomor halaman dalam huruf roman (tegak).
Contoh:

Lauer TE, Doll JC, Allen PJ, Breidert B, Palla J. 2008. Changes in yellow perch length frequencies and sex ratios following

closure of the commercial fishery and reduction in sport bag limits in southern Lake Michigan. *Fisheries Management and Ecology*, 15(1): 39-47

- Judul buku ditulis dalam huruf italik. Gunakan huruf kapital pada awal kata, kecuali kata depan dan kata sambung. Nama dan lokasi penerbit, serta total halaman dicantumkan. Contoh:

Berra TB. 2001. *Freshwater Fish Distribution*. Academic Press, San Francisco. 640 p.

- Buku terjemahan ditambahkan nama penerjemahnya. Contoh:

Nikolsky GV. 1963. *The ecology of fishes*. Translated from Russian by L. Birkett. Academic Press, London and New York. 352 p.

Steel GD, Torrie JH. 1981. *Prinsip-prinsip dan Prosedur Statistika*. Diterjemahkan oleh Bambang Sumantri. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 747 p.

- Artikel yang termuat dalam kumpulan monograf (buku, prosiding) dituliskan: penulistahun, judul artikel. *In*: nama penyunting, judul monograf (ditulis dengan huruf italik),

nama penerbit dan lokasinya, serta halaman artikel. Contoh:

Bleckmann H. 1993. Role of lateral line in fish behaviour. *In*: Pitcher TJ (ed.). *Behaviour of Teleost Fishes*. Chapman and Hall, London. pp. 201-246.

Simanjuntak CPH, Zahid A, Rahardjo MF, Hadiaty RK, Krismono, Haryono, Tjakrawidjaja AT (Editor). 2011. *Prosiding Seminar Nasional Ikan VI*. Bogor 8-9 Juni 2010. Masyarakat Iktiologi Indonesia. Cibinong. 612 p.

- Kutipan terbatas hasil yang tak dipublikasikan, pekerjaan yang dalam persiapan, pekerjaan yang baru diusulkan, atau komunikasi pribadi hanya dibuat dalam teks, di luar Daftar Pustaka.
 - Artikel dan buku yang belum dipublikasikan dan sedang dalam proses pencetakan diberi tambahan “*in press*”.

Artikel ulas balik (*review*) suatu topik, resensi buku, dan komentar atau tanggapan atas suatu artikel tidak perlu mengikuti sistematika penulisan di atas.

Jurnal Iktiologi Indonesia

Volume 21 Nomor 3 Oktober 2021

Yusup A. Jentewo, Roni Bawole, Tresia S. Tururaja, Mudjirahayu, Zeth Parinding, Hendrikus R. Siga, Muhammad Dailami, Abdul Hamid A. Toha Ukuran dan luka hiu paus, <i>Rhincodon typus</i> Smith, 1828 di Taman Nasional Teluk Cenderawasih.	199
Jusmaldi, Ardana Reswari Dianingrum, Nova Hariani Pola pertumbuhan dan faktor kondisi ikan sepat rawa <i>Trichopodus trichopterus</i> (Pallas, 1770) dari Bendungan Lempake, Kalimantan Timur	215
Mohamad Ayip Firmansyah, Mustahal, Mas Bayu Syamsunarno, Muh. Herjayanto Optimasi reproduksi ikan padi endemik Sulawesi Tenggara <i>Oryzias woworae</i> (Parenti & Hadiaty, 2010) melalui nisbah kelamin pemijahan berbeda.	235
Ira Akhdiana, Muhammad Zairin Jr., Gadis Sri Haryani, Muhammad Agus Suprayudi Perkembangan gonad dan profil plasma darah induk ikan bada <i>Rasbora argyrotaenia</i> (Bleeker 1849) betina dengan pemberian kombinasi hormon estradiol dan <i>spirulina</i> dalam pakan	253
Surianti, Hasrianti, Wahyudi, Pengaruh tepung dedak padi terfermentasi dalam pakan buatan terhadap sintasan dan nisbah konversi pakan ikan nila, <i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758) . . .	267
Yuli Andriani, Zahidah Hasan, Rosidah, Iskandar Pengaruh perbedaan tekanan dalam fine bubbles (FBs) terhadap pertumbuhan, konversi pakan ikan patin siam, <i>Pangasianodon hypophthalmus</i> (Sauvage, 1878) dan kualitas air pada sistem akuaponik	277
Rosidah, Yuniar Mulyani, Walim Lili, Fitrie Mellianawaty Pratiwy, Afifah Shabirah Effectiveness of lactic acid bacteria to increase the body resistance of common carp, <i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758 against <i>Aeromonas hydrophila</i>	291
Kasianus Krisye Firstantha, Tri Rima Setyawati, Riyandi, Gema Wahyudewantoro Struktur populasi tiga spesies ikan pipa Famili Syngnathidae di Sungai Merowi Kecamatan Kembayan Kabupaten Sanggau Kalimantan Barat.	305
Charles P.H. Simanjuntak, Faqih Baihaqi, Tri Prabowo, Shafira Bilqis A, Sulistiono, Ayu Ervinia Pola rekrutmen ikan amfidromus air tawar (Pisces: Gobiidae, Eleotridae) ke Estuari Cimaja, Teluk Palabuhanratu	321



9 771693 033002

Yusup A. Jentewo, Roni Bawole, Tresia S. Tururaja, Mudjirahayu, Zeth Parinding, Hendrikus R. Siga, Muhammad Dailami, Abdul Hamid A. Toha Ukuran dan luka hiu paus, <i>Rhincodon typus</i> Smith, 1828 di Taman Nasional Teluk Cenderawasih.	199
Jusmaldi, Ardana Reswari Dianingrum, Nova Hariani Pola pertumbuhan dan faktor kondisi ikan sepat rawa <i>Trichopodus trichopterus</i> (Pallas, 1770) dari Bendungan Lempake, Kalimantan Timur	215
Mohamad Ayip Firmansyah, Mustahal, Mas Bayu Syamsunarno, Muh. Herjayanto Optimasi reproduksi ikan padi endemik Sulawesi Tenggara <i>Oryzias woworae</i> (Parenti & Hadiaty, 2010) melalui nisbah kelamin pemijahan berbeda.	235
Ira Akhdiana, Muhammad Zairin Jr., Gadis Sri Haryani, Muhammad Agus Suprayudi Perkembangan gonad dan profil plasma darah induk ikan bada <i>Rasbora argyrotaenia</i> (Bleeker 1849) betina dengan pemberian kombinasi hormon estradiol dan <i>spirulina</i> dalam pakan	253
Surianti, Hasrianti, Wahyudi , Pengaruh tepung dedak padi terfermentasi dalam pakan buatan terhadap sintasan dan nisbah konversi pakan ikan nila, <i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	267
Yuli Andriani, Zahidah Hasan, Rosidah, Iskandar Pengaruh perbedaan tekanan dalam fine bubbles (FBs) terhadap pertumbuhan, konversi pakan ikan patin siam, <i>Pangasianodon hypophthalmus</i> (Sauvage, 1878) dan kualitas air pada sistem akuaponik	277
Rosidah, Yuniar Mulyani, Walim Lili, Fittrie Mellianawaty Pratiwy, Affah Shabirah Effectiveness of lactic acid bacteria to increase the body resistance of common carp, <i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758 against <i>Aeromonas hydrophila</i>	291
Kasianus Krisye Firstantha, Tri Rima Setyawati, Riyandi, Gema Wahyudewantoro Struktur populasi tiga spesies ikan pipa Famili Syngnathidae di Sungai Merowi Kecamatan Kembayan Kabupaten Sanggau Kalimantan Barat.	305
Charles P.H. Simanjuntak, Faqih Baihaqi, Tri Prabowo, Shafira Bilqis A, Sulistiono, Ayu Ervinia Pola rekrutmen ikan amfidromus air tawar (Pisces: Gobiidae, Eleotridae) ke Estuari Cimaja, Teluk Palabuhanratu	321

