E-ISSN: 2798-0413,P-ISSN :2798-0111
The journal is accredited "**Sinta 5**" by Ministry of Research and Technology / National Research and Innovation Agency Republic of Indonesia
Number: 230/E/KPT/2022 on December 30, 2022.

Model Reproduksi Ikan Berdasarkan Korelasi Panjang, Berat, dan Kematangan Gonad

Anjas Sasana Bahri[1] dan Sunanto Arifin[3]

[1,2] Sekolah Tinggi Ilmu Perikanan Malang, Indonesia;
[1]Email : anjassasanabahri@gmail.com
[2]Email : sunantoarifin@gmail.com

IDAROTUNA: Jurnal Adminstrative Science

Vol 5 No 2 November 2024
https://doi.org/10.54471/idarotuna.v5i2.61

Received: Agust 20, 2024
Accepted: September 25, 2024
Published: November 06, 2024

Publisher's Note: Program Study Office Adminstrative stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Abstract : This study aims to analyze the relationship between length-weight, condition factor (K), gonadal maturity stages (GMS), and reproductive strategies of nine fish species captured in the Brantas River, Puri District, Mojokerto. The results indicate that most fish were in GMS II (developing), suggesting that the spawning season was ongoing. Four species—Betok, Kothok, Gatol, and Wader Pari—were found in GMS IV/V, marking the peak or end of the spawning period. The reproductive strategies of these fish species were classified into three main models: seasonal synchronous spawning, batch spawning, and pre-reproductive growth strategies. The findings highlight that the fish community in this river demonstrates flexible reproductive patterns, which serve as an adaptation to the fluctuating environment of the tropical river ecosystem. The contribution of this study lies in the development of a comprehensive model that links key biological parameters—length, weight, condition factor, and gonadal maturity—to the reproductive strategies of riverine fish. This model provides valuable insights into how fish species adapt their reproductive behaviors to the dynamic environmental conditions of tropical river ecosystems. The findings offer practical applications for sustainable fishery management and conservation, enabling more effective monitoring and conservation strategies tailored to specific ecological conditions.

Keywords: *Reproductive Strategies, Gonadal Maturity, Fish Ecology, Environmental Adaptation*

Pendahuluan

Reproduksi ikan merupakan salah satu aspek fundamental dalam kelangsungan hidup spesies di ekosistem perairan. Proses reproduksi yang efisien tidak hanya tergantung pada kondisi individu ikan, tetapi juga pada interaksi antara faktor biologis dan lingkungan. Di Sungai Brantas, yang merupakan salah satu sungai utama di Jawa Timur, ikan air tawar telah menjadi komponen penting dalam ekosistem dan juga mendukung perekonomian lokal. Sungai ini, yang mengalir sepanjang 320 kilometer, menyediakan habitat yang sangat mendukung bagi berbagai spesies ikan air tawar(S. Adi et al., 2013; Hayati et al., 2017). Namun, dengan meningkatnya penangkapan ikan untuk memenuhi permintaan pasar kuliner, khususnya untuk ikan lokal, populasi ikan di sungai ini semakin terancam (Nahib et al., 2021; Subijanto et al., 2013).

Penangkapan ikan yang terjadi lebih cepat daripada kemampuan regenerasi mereka telah menyebabkan penurunan jumlah indukan dewasa, yang penting untuk menjaga keberlanjutan spesies. Tanpa memperhatikan siklus reproduksi dan tahap kematangan gonad, proses pemulihan stok ikan menjadi semakin sulit (C. P. Adi et al., 2024; Nur, 2023). Oleh karena itu, penelitian mengenai model reproduksi ikan yang berbasis pada hubungan antara panjang, berat, dan tingkat kematangan gonad menjadi sangat penting untuk pengelolaan perikanan yang berkelanjutan. Model reproduksi ikan ini tidak hanya membantu dalam memahami fase-fase reproduksi yang penting (Hertika & Putra, 2019; Sartimbul et al., 2022), tetapi juga dapat digunakan untuk merumuskan kebijakan yang mendukung konservasi spesies ikan local (Kurniawan, 2017; Rodgers et al., 2001; Sunaryo, 2002) seperti di Sungai Brantas. Salah satu faktor utama dalam memahami siklus reproduksi adalah tingkat kematangan gonad ikan, yang memberikan informasi penting tentang kesiapan reproduksi ikan dan hubungannya dengan faktor-faktor lainnya (Hardaningsih et al., 2024; Sihombing et al., 2024), seperti panjang, berat, dan faktor kondisi (K).

Menganalisis hubungan antara parameter-parameter ini akan memberikan gambaran yang lebih jelas tentang strategi reproduksi ikan dan bagaimana spesies-spesies ini beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang dinamis.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi hubungan antara panjang, berat, faktor kondisi, dan tingkat kematangan gonad pada sembilan spesies ikan yang ada di Sungai Brantas. Dengan mengevaluasi data yang diperoleh, diharapkan dapat dibangun model reproduksi yang memadai untuk mendukung pengelolaan perikanan berkelanjutan dan konservasi ikan local (Kurniawan, 2017). Sebagaimana diungkapkan oleh Kusuma et al., kematangan gonad adalah indikator penting dalam strategi reproduksi ikan yang memerlukan perhatian khusus dalam pengelolaan perikanan yang berbasis ekosistem (Kusuma et al., 2022; Mukti et al., 2023). Pemahaman ini diharapkan dapat membantu merancang kebijakan pengelolaan perikanan yang lebih efektif dengan mempertimbangkan fase reproduksi ikan dan kebutuhan konservasi spesies-spesies lokal.

Semetara itu, permasalahan terjadi pada pengelolaan perikanan di Sungai Brantas adalah ketidakseimbangan antara penangkapan ikan yang terus-menerus dan kemampuan ikan untuk berkembang biak. Tanpa mempertimbangkan waktu yang tepat untuk penangkapan ikan, terutama selama fase reproduksi, populasi ikan semakin berkurang (Valiant, 2014). Oleh karena itu, penting untuk mengidentifikasi hubungan antara panjang, berat, faktor kondisi, dan tingkat kematangan gonad dalam rangka mengembangkan strategi pengelolaan yang lebih berkelanjutan dan berbasis pada data biologis yang akurat. Meskipun sudah ada penelitian terkait hubungan panjang, berat, dan kematangan gonad dalam menentukan strategi reproduksi ikan, masih terbatas riset yang mengaitkan parameter-parameter ini dengan pengelolaan perikanan berkelanjutan di ekosistem sungai tropis, khususnya di Sungai Brantas. Penelitian-penelitian yang ada lebih banyak berfokus pada aspek

lingkungan atau hanya pada spesies tertentu tanpa mengintegrasikan faktor-faktor biologis secara menyeluruh dalam konteks pengelolaan perikanan. Oleh karena itu, penelitian ini berusaha mengisi kekosongan tersebut dengan mengkaji korelasi antara panjang, berat, faktor kondisi, dan tingkat kematangan gonad pada sembilan spesies ikan di Sungai Brantas.

Fenomena yang terjadi di Sungai Brantas saat ini menunjukkan bahwa penangkapan ikan lokal tanpa memperhatikan siklus reproduksi mereka menjadi ancaman serius bagi kelangsungan hidup populasi ikan (Latuconsina, 2021; Valiant, 2014). Penangkapan ikan yang berlebihan, terutama pada fase reproduksi, menghalangi proses regenerasi alami ikan, yang dapat menyebabkan penurunan jumlah ikan dewasa yang siap untuk berkembang biak (Kadarusman, 2019; Muchlisa, 2024). Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pola reproduksi yang ada pada ikan lokal di sungai ini dan mengkaji bagaimana hubungan antara panjang, berat, dan kematangan gonad dapat membantu dalam pengelolaan perikanan yang lebih efektif.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menganalisis hubungan antara panjang, berat, faktor kondisi, dan tingkat kematangan gonad pada sembilan spesies ikan yang ditemukan di Sungai Brantas. Penelitian ini diharapkan dapat mengidentifikasi strategi reproduksi spesies ikan lokal berdasarkan parameter biologis tersebut. Model reproduksi yang dikembangkan akan menjadi dasar penting dalam merumuskan kebijakan konservasi dan pengelolaan perikanan yang berkelanjutan. Dengan memahami cara spesies ikan beradaptasi dengan perubahan lingkungan dan dinamika ekosistem, pengelolaan perikanan dapat dilakukan dengan lebih tepat, mempertimbangkan fase reproduksi ikan dan kebutuhan untuk melindungi stok ikan di sungai tropis.

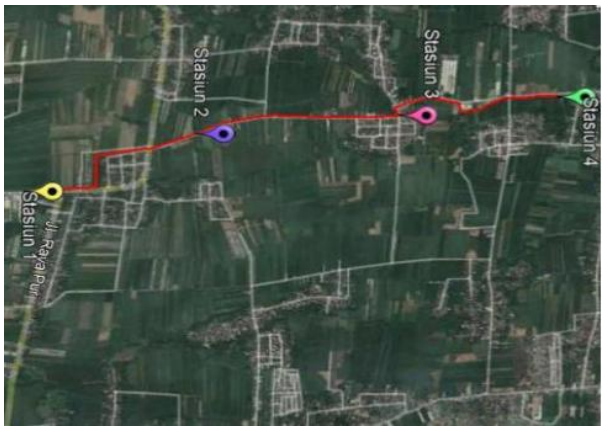
Metode Penelitian

Desain, waktu, dan lokasi

Penelitian lapangan dilaksanakan pada Mei 2024 di aliran Sungai Brantas, Kecamatan Puri, Kabupaten Mojokerto. Lokasi dibagi menjadi 4 stasiun yang melewati 5 desa: Ketemasdungus, Puri, Brayung, Medali, dan Sumolawang. Penetapan stasiun mempertimbangkan karakter hidromorfologi (kecepatan arus, kedalaman, dan vegetasi akuatik) serta kemudahan akses untuk konsistensi upaya tangkap (*effort*) antar-stasiun (Bonar et al., 2009).

- Stasiun 1 – Desa Ketemasdungus: aliran tenang, agak dalam, vegetasi air melimpah; ±1,5 km dari perbatasan Sungai (Kec. Puri–Dlanggu); di tepi jalan antar Desa Ketemasdungus–Puri; 7°32'42.2"S 112°26'45.9"E.
- Stasiun 2 – Dusun Sawo, Desa Puri: aliran tenang–agak dalam, vegetasi air; ±2,5 km dari St.1; di tepi jalan Puri–Medali (jalur alternatif ke Kota Mojokerto); 7°32'05.3"S 112°26'31.5"E.
- Stasiun 3 – Desa Medali: aliran tenang–agak dalam, dipengaruhi curah hujan; ±3,5 km dari St.2; 7°31'22.9"S 112°26'26.6"E.
- Stasiun 4 – Desa Sumolawang: aliran tenang–agak dalam, dipengaruhi curah hujan; ±2,5 km dari St.3 dan ±6,5 km dari perbatasan sungai (Kec. Puri–Kota Mojokerto); 7°30'49.2"S 112°26'22.0"E.

Peta lokasi disusun menggunakan WGS84 sebagai sistem referensi koordinat dan divisualisasi dengan perangkat GIS (mis. QGIS/ArcGIS) untuk konsistensi dokumentasi spasial.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Pengambilan sampel ikan

Metode tangkap menggunakan jaring insang (*gill net*) panjang ±15 m, tinggi ±5 m, dengan dua ukuran mata jaring: ½ inci dan 2 inci (dua jaring berbeda per stasiun). Jaring dipasang menyilang arah arus pada pukul 16.00 WIB dan diangkat keesokan pukul 08.00 WIB (soak time ±16 jam), mengikuti praktik standar pengambilan contoh ikan perairan darat untuk memaksimalkan peluang tangkap spesies nokturnal dan diurnal (Bonar et al., 2009; Rodgers et al., 2001). Untuk menjaga kesetaraan upaya, posisi dan lama perendaman jaring diseragamkan antar-stasiun. Hasil tangkapan dicatat sebagai CPUE (ekor/jaring/malam dan/atau gram/jaring/malam) guna memungkinkan perbandingan relatif antar-stasiun (Hubert & Fabrizio, 2007).

Penanganan dan identifikasi spesimen

Seluruh tangkapan dipisahkan berdasarkan **spesies**, kemudian **diidentifikasi** menggunakan kunci identifikasi dan katalog regional, serta diverifikasi dengan basis data taksonomi terkini (Kottelat, 2013; Ng & Kottelat, 2013; Senay & Duplisea, 2024). Setiap individu diukur panjang total (TL, cm) dengan ketelitian 0,1 cm dan berat (W,

g) dengan ketelitian 0,1 g. Untuk menjaga mutu data, alat ukur dikalibrasi sebelum pengukuran harian; spesimen yang rusak (mis. ekor patah) dikeluarkan dari analisis morfometrik.

Analisis hubungan panjang–berat

Hubungan panjang–berat (HPB) dianalisis menggunakan model $W = a \cdot L^b$, yang dilinierkan dengan ln W = ln a + b ln L. Parameter a (intersep) dan b (kemiringan) diestimasi melalui regresi linear OLS pada data terlogaritma (Froese, 2006; Hadi, 2017; Sholihah et al., 2023). Interval kepercayaan 95% untuk b dihitung, dan uji isometri dilakukan untuk menguji H_0: b = 3 (isometrik) vs H_1: b ≠ 3 (alometrik) menggunakan uji *t* pada parameter regresi (Froese, 2006; Iqbal, 2015). Diagnostik model (normalitas residu, homoskedastisitas) diperiksa sebelum interpretasi.

Klasifikasi tingkat kematangan gonad

Tingkat kematangan gonad (TKG) ditentukan secara makroskopis mengacu pada terminologi terstandar (mis. immature–developing–spawning capable–regressing–regenerating) dari Brown-Peterson et al. (2011), dengan penyesuaian karakter visual untuk ikan air tawar tropis. Bila memungkinkan, subset sampel dilakukan verifikasi histologis untuk mengurangi bias klasifikasi (Hartnoll, 2017; Lowerre-Barbieri et al., 2017). Data TKG disajikan per spesies dan stasiun untuk mengidentifikasi pola musim pemijahan dan sinkroni reproduksi.

Analisis data dan statistik

Analisis dilakukan pada tingkat spesies dan/atau guild (mis. omnivora/karnivora) sesuai kebutuhan.

1. HPB: estimasi a, b, R^2, CI 95%, dan uji isometri *b* terhadap 3.
2. Distribusi ukuran: kurva frekuensi TL per spesies–stasiun; perbandingan ukuran rata-rata antar-stasiun menggunakan ANOVA (atau Kruskal–Wallis jika asumsi tidak terpenuhi) diikuti uji lanjut yang sesuai (Mulyati et al., 2024).

3. Struktur TKG: proporsi kelas TKG per spesies–stasiun; evaluasi perbedaan proporsi menggunakan uji χ^2 atau GLM binomial/ordinal bila diperlukan. Seluruh analisis dapat dilakukan di R atau perangkat lunak statistik setara dengan dokumentasi skrip untuk reprodusibilitas.

   Etika, perizinan, dan keselamatan kerja

Pengambilan contoh mengikuti kaidah *animal welfare* untuk vertebrata akuatik (minimisasi stres/kematian non-target; pelepasan kembali spesimen hidup bila tidak diperlukan), serta mematuhi perizinan setempat dari instansi terkait (Dinas Perikanan/lingkungan hidup). Limbah biologis dikelola sesuai SOP laboratorium, dan seluruh aktivitas lapangan mengikuti prosedur K3 (alat pelindung diri, keselamatan di dekat badan air

Identifikasi jenis ikan lokal

Spesies hasil tangkapan diidentifikasi secara morfologi berdasarkan ciri diagnostik (bentuk tubuh, tipe sirip, pola sisik, gigi, dan karakter kunci lainnya) menggunakan: (i) Hasanuddin Saanin (1968) *Taksonomi dan Kunci Identifikasi Ikan* sebagai rujukan klasik Indonesia; dan (ii) Monograf ACIAR No. 155 "Market Fishes of Indonesia / Jenis-jenis Ikan di Indonesia" sebagai panduan lapangan terkini dan dwibahasa. Identifikasi dilakukan hingga tingkat spesies; bila terjadi ambiguitas, penentuan dilakukan dengan *cross-check* antar pustaka, disertai foto spesimen dan catatan karakter kunci (Saanin, 1968).

Model regresi panjang–berat (LWR)

Hubungan panjang–berat dimodelkan dengan persamaan umum $W = a \cdot L^b$ yang ditransformasikan ke bentuk logaritmik untuk estimasi parameter dengan regresi linear:

$$\text{Log } W = \log a + b \times \log L$$

di mana W = berat (g), L = panjang total (cm), a = konstanta kondisi, b = eksponen pertumbuhan (isometrik jika b = 3). Estimasi dilakukan dengan OLS pada data terlogaritma;

uji isometri menggunakan uji-t terhadap hipotesis b = 3 dan disajikan bersama CI 95% serta diagnostik residu. Praktik ini mengikuti standar klasik LWR (Le Cren; Froese) dan diperkuat contoh aplikasi mutakhir.

Indeks kondisi Fulton (K)

Untuk menilai kondisi tubuh relatif terhadap panjang, digunakan Fulton's condition factor dengan rumus $K = 100 \times W / L^3$ (satuan W dalam gram, L dalam sentimeter). Faktor pengali 100 dipakai agar skala K mendekati satuan orde 1. Nilai K meningkat ketika bobot relatif lebih tinggi pada panjang yang sama, sehingga berguna sebagai indikator sederhana status kondisi/"kesejahteraan" ikan, namun tidak menggantikan analisis reproduksi atau status gizi secara fisiologis. Rujukan metodologis utama untuk K merujuk (Froese, 2006) serta klarifikasi historis (Nash, 2006).

Catatan koreksi: rumus yang benar $K = 100 \times W / L^3$ (bukan K=W·L3×100K = W \cdot L^{3} \times 100K=W·L3×100). Parameter b dari LWR tidak muncul dalam perhitungan K.

Sebagai penunjang sitasi kontemporer penggunaan K di riset perikanan air tawar, dapat disertakan studi telaah yang mengikutsertakan Fulton's K dalam analisis (Nodehi et al., 2024).

Klasifikasi tingkat kematangan gonad (TKG)

Penentuan TKG dilakukan makroskopis memakai terminologi baku lima fase: *immature, developing, spawning-capable, regressing,* dan *regenerating*. Bila sumber daya memungkinkan, sebagian sampel diverifikasi histologis untuk mengurangi bias klasifikasi. Indikator K dapat dipakai sekadar proksi kasar dinamika kondisi tubuh yang sering naik menjelang kematangan/pemijahan, tetapi keputusan TKG utama tetap berdasarkan karakter gonad (bukan K). Skema terminologi mengacu pada (Rodgers et al., 2001) yang direkomendasikan luas dalam studi reproduksi ikan.

Secara umum, kadar K yang meningkat mencerminkan gonad yang berkembang, sehingga dapat digunakan meski sebagai proksi kasar untuk mengestimasi status reproduksi individu ikan.

Tabel 1. Ambang Batas Nilai K Terhadap Estimasi TKG Ikan

Nilai K	Estimasi TKG	Keterangan Fisiologis
K < 1.0	TKG I – Immature	Gonad belum berkembang / juvenil
1.0 ≤ K < 1.2	TKG II – Developing	Gonad mulai berkembang
1.2 ≤ K < 1.5	TKG III – Mature	Gonad matang, pre-spawning
K ≥ 1.5	TKG IV/V – Spawning/Spent	Gonad penuh, sedang atau setelah pemijahan

Strategi Reproduksi Ikan

Secara umum, menggunakan distribusi TKG untuk menentukan strategi reproduksi (Nikolsky, 1963; Lowerre-Barbieri et al., 2011; Froese, 2006).

Tabel 2. Pedoman Strategi Reproduksi Berdasarkan TKG

Strategi Reproduksi	Karakteristik
Sinkronisasi Tinggi	Semua individu matang bersamaan → indikasi musim pemijahan tahunan.
Batch Spawner	Sebagian individu matang → terjadi pemijahan bertahap sepanjang waktu.
Juvenil Dominan	Mayoritas belum matang → populasi muda atau awal musim pemijahan.
Populasi Campuran	Ada berbagai TKG → strategi fleksibel untuk menghadapi lingkungan dinamis.

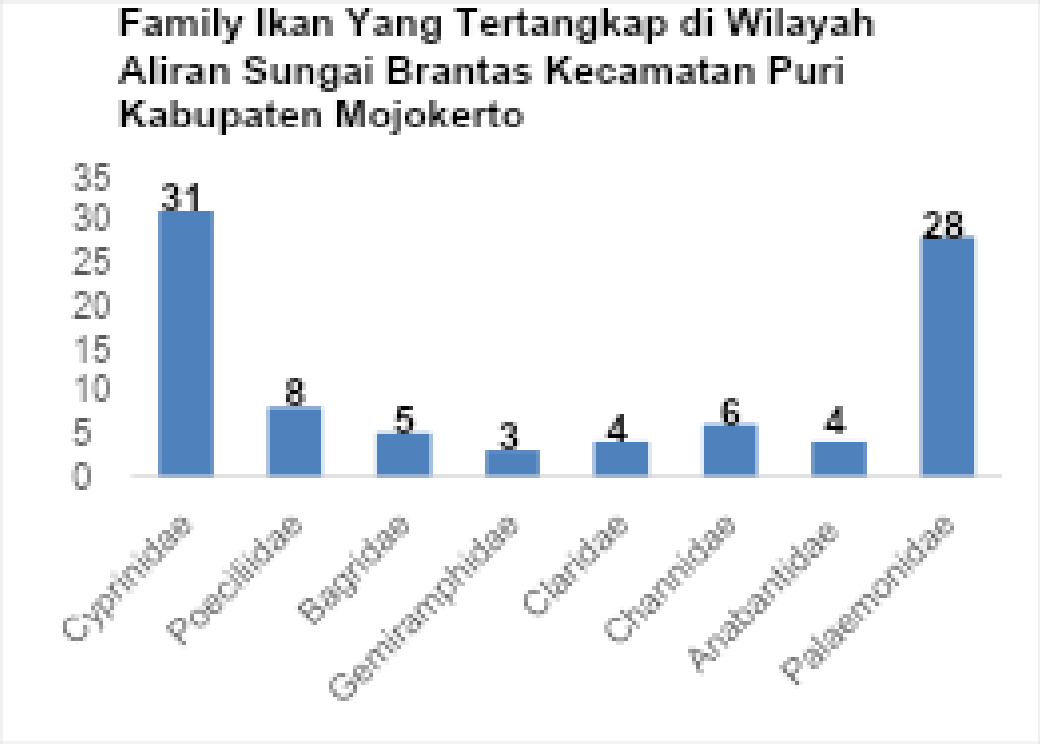
Hasil Dan Pembahasan

Jenis Ikan Yang Tertangkap

Berdasarkan hasil penelitian secara keseluruhan ditemukan 9 jenis ikan dengan jumlah individu sebanyak 89 individu. Komposisi ikan yang teridentifikasi terdiri atas delapan suku, yaitu Cyprinidae dengan panjang ikan berkisar antara 5,2 – 10,6 cm, Poeciliidae dengan panjang ikan berkisar antara 2 – 3,9 cm , Bagridae dengan panjang ikan berkisar 5,7 – 7,3 cm, Gemiramphidae dengan panjang berkisar 3,5 – 6 cm, Claridae dengan panjang ikan 13 – 24 cm, Channidae dengan panjang ikan 5,2 –

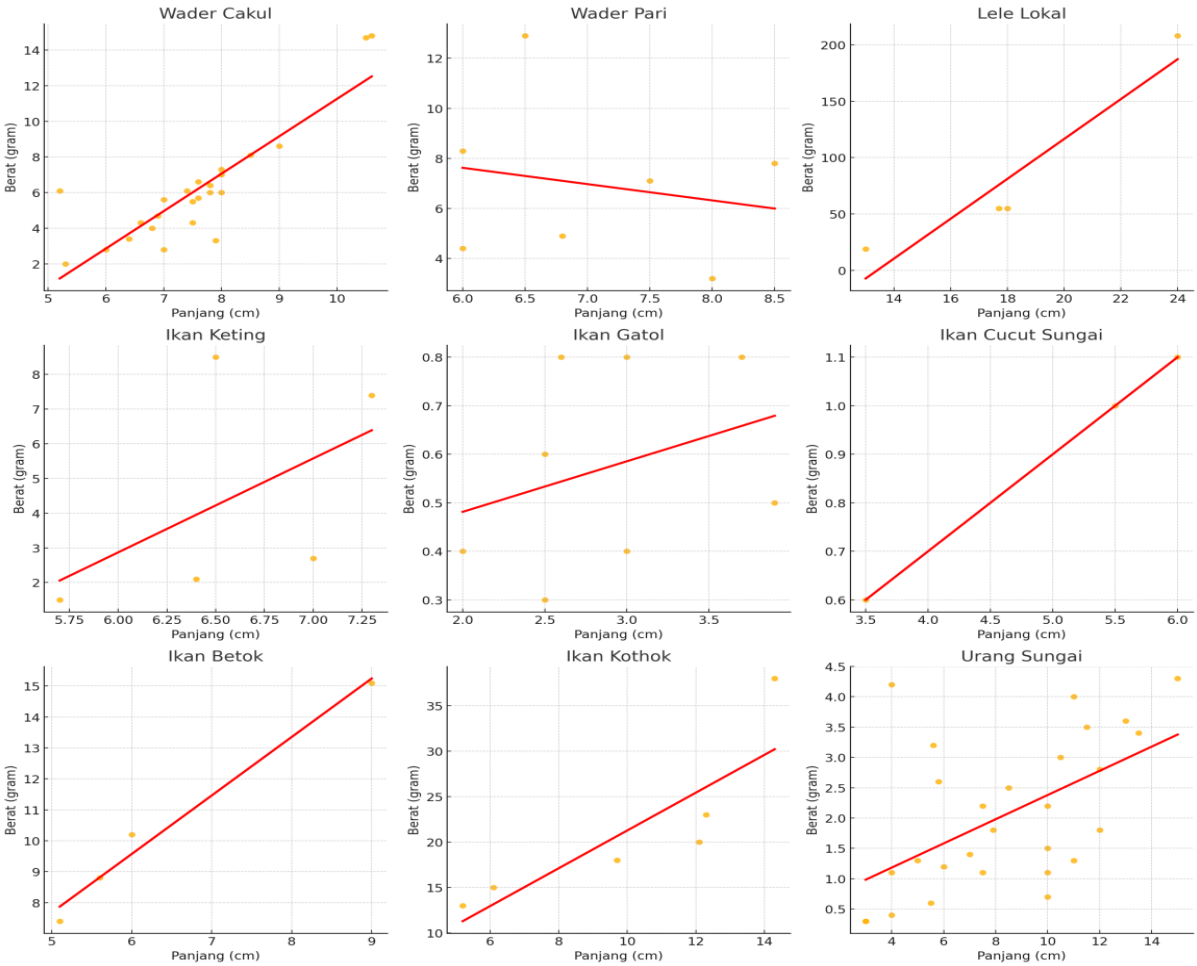
14,3 cm, Anabantidae dengan panjang ikan 5,1 – 9 cm, Anabantidae dengan panjang ikan 5,1 – 9 cm, dan Palaemonidae dengan panjang ikan berkisar 3 – 15 cm.

Gambar 2. Ikan Yang Tertangkap di Wilayah Aliran Sungai Brantas Kecamatan Puri Kabupaten Mojokerto



Hubungan Panjang dan Berat

Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan bahwasnya Wader Cakul dan Lele Lokal menunjukkan hubungan kuat dan signifikan (r tinggi dan $R^2 > 0.7$). Spesies lain seperti Wader Pari dan Ikan Gatol memiliki hubungan yang lemah ($R^2 < 0.1$) dan tidak signifikan ($p > 0.05$). sementara itu, sebagian besar spesies memiliki jumlah sampel yang cukup rendah, sehingga hasilnya kurang stabil.

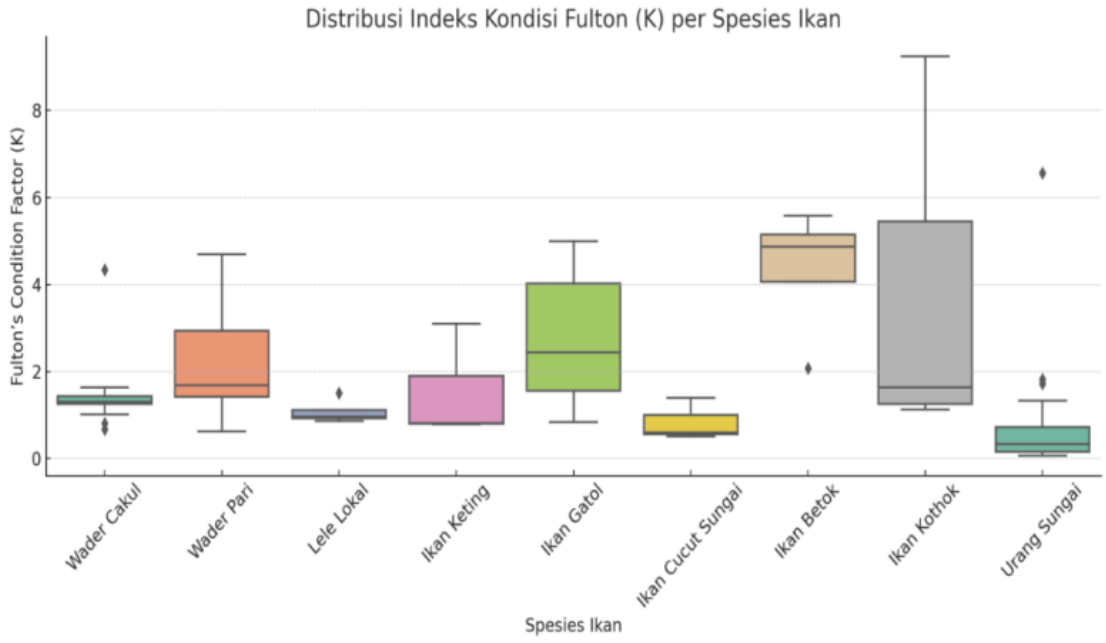


Gambar 3. Hubungan Panjang dan Berat Per Spesies Ikan Yang Tertangkap

Tabel 3. Hasil Analisis Hubungan Panjang Berat Ikan Yang Tertangkap

Spesies	Slope	Intercept	r	R-Squared	p-value	Standart Error	Jumlah Sampel
Wader Cakul	2,099719	-9,739132	0,861543	0,742256	0,00000	0,263795	24
Wader Pari	-0,651335	11,530119	-0,197651	0,039066	0,67097	1,444667	7
Lele Lokal	17,673761	-236,970599	0,945942	0,894805	0,05406	4,284957	4
Keting	2,708223	-13,380106	0,510791	0,260907	0,37915	2,631662	5
Gatol	0,104167	0,272917	0,325472	0,105932	0,43147	0,123545	8
Cucut Sungai	0,200000	-0,100000	1,000000	1,000000	0,00000	0,000000	3
Bethok	1,890511	-1,771533	0,990506	0,981102	0,00949	0,185533	4
Kothok	2,079982	0,470846	0,845195	0,714354	0,03409	0,657638	6
Urang Sungai	0,199346	0,385462	0,550277	0,550277	0,00241	0,059322	28

Hubungan panjang–berat ikan oleh parameter *b* dan *a* memberi gambaran jelas tentang pola pertumbuhan, kesehatan, dan kondisi lingkungan. (Jusmaldi et al., 2023) melaporkan parameter LWR untuk ikan di Danau Egbe; menunjukkan pola pertumbuhan *b* mendekati 3, menunjukkan pertumbuhan sehat dan bentuk tubuh stabil, juga indeks kondisi tinggi saat musim reproduksi. Sementara itu (Rochman & Afiati, 2013) menemukan LWR pada *Sepiella inermis* menunjukkan *b* sedikit di bawah 3, sehingga pertumbuhan massa tubuh lebih lambat dibanding panjang; kondisi relatif menurun setelah pemijahan, menunjukkan stres fisiologis postspawning.



Gambar 4. Faktor Kondisi Fulton Per Spesies Ikan Yang Tertangkap

Faktor Kondisi

Berdasarkan hasil perhitungan, menunjukkan bahwa terdapat 3 (tiga) pola factor kondisi antara lain 1) Spesies dengan K tinggi (> 2,00) dan sedang berada dalam musim reproduksi aktif. Kelompok ini terdiri dari Ikan Betok, Gatol, Kothok, Wader Pari; 2) Spesies dengan K Menengah (1.0–1.5) dan berada dalam fase awal perkembangan gonad. Kelompok ini terdiri dari Keting, Wader Cakul, Lele Lokal; dan Spesies dengan K Rendah (< 1.0) dan menunjukkan bahwa individu belum matang seksual. Kelompok ini terdiri dari Urang Sungai dan Cucut Sungai.

Tabel 4. Faktor Kondisi Ikan Yang Tertangkap

Spesies	Rata-rata K	Interpretasi Umum
Ikan Betok	4.35	Sangat tinggi (individu sedang spawning)
Ikan Kothok	3.58	Tinggi (mature/spawning)
Ikan Gatol	2.77	Tinggi (fase reproduktif)
Wader Pari	2.24	Tinggi (mature/recently spawned)
Ikan Keting	1.48	Sedang (awal pematangan gonad)
Lele Lokal	1.08	Sedang (pre-mature)
Wader Cakul	1.41	Sedang–tinggi (developing)
Cucut Sungai	0.84	Rendah (juvenile, belum matang)
Urang Sungai	0.73	Rendah (non-reproduktif/juvenil)

Faktor kondisi mendeskripsikan kesehatan fisiologis ikan dan efisiensi penggunaan energi untuk pertumbuhan dan reproduksi. Perbedaan nilai factor kondisi yang didapat diduga dikarenakan perbedaan kualitas lingkungan sungai, ketersediaan pakan alami serta penangkapan ikan di sungai dan kepadatan populasi. Hal ini sesuai dengan Nugroho et al., (2021) bahwa sungai yang kaya plankton, serangga air kecil, detritus organik mendukung kondisi baik (Wr ≥ 100%). Komunitas biologi kuat menyebabkan ikan lebih sehat dan berat tubuh sesuai panjangnya. Sebaliknya, sungai dengan polusi atau sedimentasi tinggi akan menyebabkan pakan alami berkurang sehingga Wr menjadi rendah.

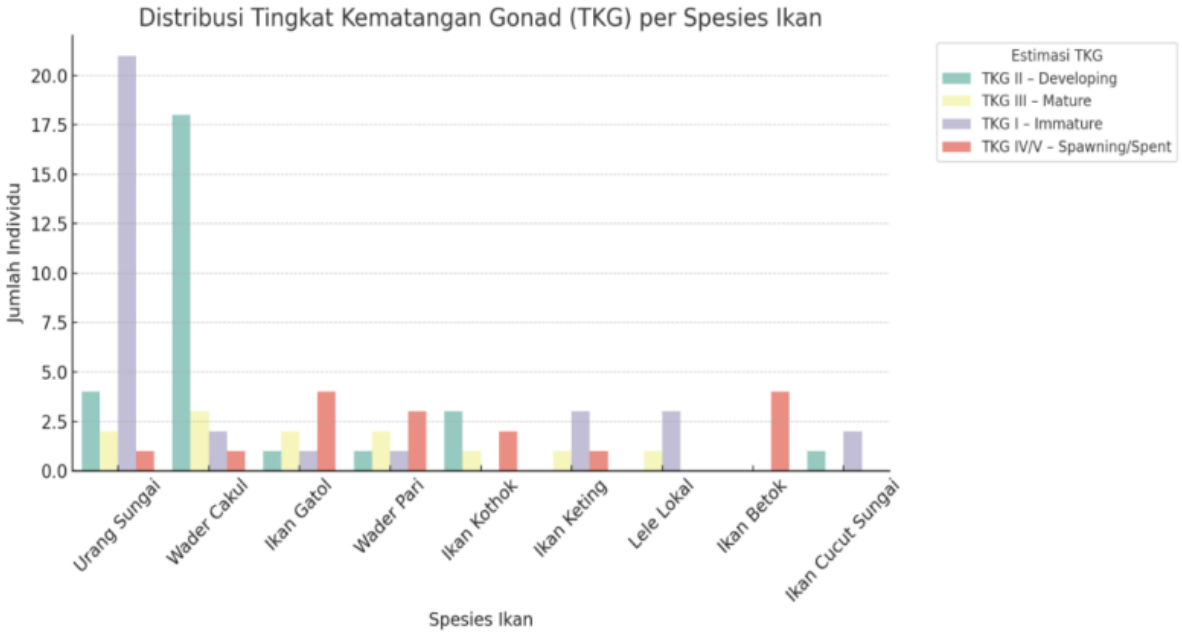
Tingkat Kematangan Gonad

Berdasarkan hasil estimasi, menunjukkan bahwa sebagian besar ikan memiliki K antara 1.0–1.5, artinya mereka berada dalam fase TKG II (Developing). Sejumlah individu menunjukkan nilai K ≥ 1.5, diklasifikasikan sebagai TKG III (Mature) atau bahkan TKG IV/V (Spawning/Spent). Hanya sebagian kecil yang berada di bawah K < 1.0, yaitu kategori TKG I (Immature). Berdasarkan hal tersebut, dapat dikatakan bahwa sebagian besar ikan sedang

dalam kondisi siap atau hampir siap reproduksi, dengan kemungkinan besar sedang berada dalam atau mendekati musim pemijahan.

Tabel 5. Tingkat Kematangan Gonad Ikan Yang Tertangkap

Spesies	**Rata-rata K**	**Estimasi TKG Rata-Rata**	**Interpretasi Reproduksi**
Ikan Betok	4.35	TKG IV/V – Spawning/Spent	Sedang atau baru selesai memijah
Ikan Kothok	3.58	TKG IV/V – Spawning/Spent	Sedang atau baru selesai memijah
Ikan Gatol	2.77	TKG IV/V – Spawning/Spent	Sedang atau baru selesai memijah
Wader Pari	2.24	TKG IV/V – Spawning/Spent	Sedang atau baru selesai memijah
Ikan Keting	1.48	TKG II – Developing	Gonad berkembang / awal musim reproduksi
Lele Lokal	1.08	TKG II – Developing	Gonad berkembang / awal musim reproduksi
Wader Cakul	1.41	TKG II – Developing	Gonad berkembang / awal musim reproduksi
Cucut Sungai	0.84	TKG I – Immature	Belum matang gonad / fase juvenil
Urang Sungai	0.73	TKG I – Immature	Belum matang gonad / fase juvenil



Gambar 5. Tingkat Kematangan Gonad Per Spesies Ikan Yang Tertangkap

Berdasarkan tingkat kematangan gonadnya, ikan yang tertangkap di wilayah sungai brantas Kecamatan Puri Kabupaten Mojokerto terbagi dalam 3 kategori yakni : 1) Kategori TKG IV/V (*Spawning/Spent*) dimana gonad sudah matang dan ikan berada dalam fase pemijahan atau baru selesai memijah. Fase ini menunjukkan kesiapan reproduksi penuh dengan cadangan energi tinggi. Kategori ini terdiri dari ikan Betok, Kothok, Gatol, dan Wader Pari; 2) Kategori TKG II (*Developing*) dimana gonad berkembang, fase awal musim reproduksi. Gonad mulai mengisi, tetapi belum ada pemijahan utama. Kategori ini terdiri dari ikan Keting, Wader Cakul, dan Lele Lokal. 3) Kategori TKG I (*Immature*) dimana gelum matang, gonad masih juvenil. Energi belum difokuskan untuk reproduksi. Kategori ini terdiri dari ikan Cucut Sungai, Urang Sungai.

Jatmiko et al., (2015) menjelaskan bahwa kebanyakan individu Cakalang (Skipjack Tuna) di Samudra Hindia berada pada fase matang pra-memijah dimana TKG IV dominan (~43%) dan TKG V sangat sedikit (~2%). Pada riset yang lain, (Ngabito et al., 2023) mengemukakan bahwa Fekunditas Ikan Huluu di Danau Limboto meningkat drastis dari

1,400 butir (TKG II) ke 16,867 butir (TKG IV), menunjukkan hubungan positif antara TKG dan potensi reproduksi.

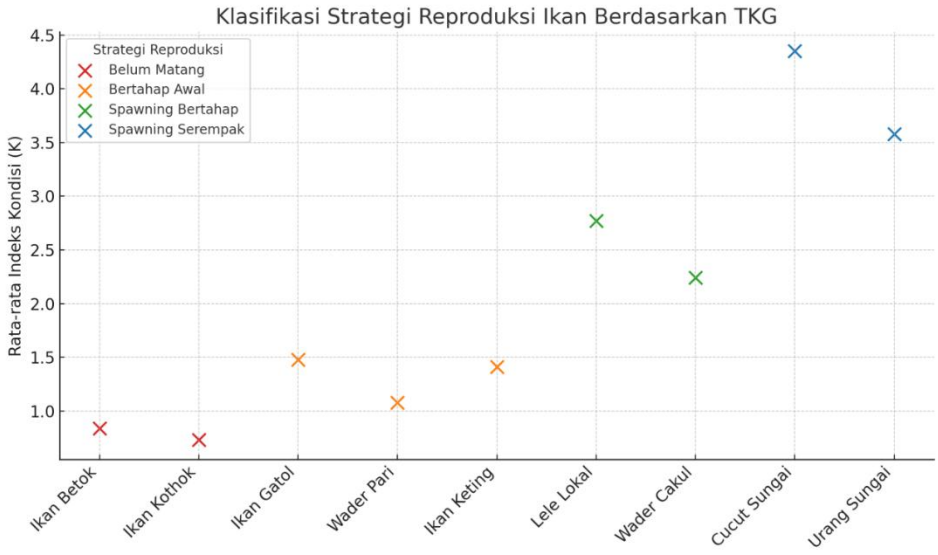
Strategi Reproduksi

Berdasarkan strategi reproduksinya, terbagi dalam 3 kategori yakni : 1) Kategori spesies dengan TKG IV/V (Betok, Kothok, Gatol, Wader Pari) dimana sebagian besar individu berada dalam fase spawning atau pasca-memijah (spent). Hal ini menandakan bahwa pengambilan sampel dilakukan saat puncak musim kawin. Strategi reproduksi yang dikembangkan adalah reproduksi sinkron (semua matang dalam waktu bersamaan), berpotensi satu musim pemijahan besar; 2) Kategori spesies TKG II (Keting, Lele Lokal, Wader Cakul) dimana sedang dalam fase perkembangan gonad menuju matang. Hal ini menandakan bahwa musim pemijahan masih berlangsung atau belum mencapai puncaknya. Strategi reproduksi yang dikembangkan adalah pemijahan bertahap atau *batch spawning*, beradaptasi terhadap variabilitas lingkungan; dan 3) Kategori spesies dengan TKG I (Cucut Sungai, Urang Sungai) dimana ikan alam fase juvenile atau belum matang gonad. Hal ini menandakan bahwa populasi masih muda atau belum masuk musim pemijahan. Strateginya adalah Pertumbuhan awal lebih diutamakan sebelum berreproduksi.

Tabel 6. Tingkat Kematangan Gonad Ikan Yang Tertangkap

Spesies	**Rata-rata K**	**Estimasi TKG Rata-Rata**	**Strategi Reproduksi**
Ikan Betok	4.35	TKG IV/V – Spawning/Spent	Sedang atau baru selesai memijah → strategi periodik/spawning musiman intensif
Ikan Kothok	3.58	TKG IV/V – Spawning/Spent	Sama seperti Betok, memijah aktif/sudah selesai, reproduksi sinkron
Ikan Gatol	2.77	TKG IV/V – Spawning/Spent	Mungkin sudah memijah, menunjukkan strategi batch spawning
Wader Pari	2.24	TKG IV/V – Spawning/Spent	Rentang TKG ini menunjukkan puncak atau akhir musim reproduksi

Spesies	Rata-rata K	Estimasi TKG Rata-Rata	Strategi Reproduksi
Ikan Keting	1.48	TKG II – Developing	Gonad berkembang, sedang persiapan reproduksi, strategi reproduksi bertahap
Lele Lokal	1.08	TKG II – Developing	Reproduksi belum maksimal, bisa menunjukkan awal musim pemijahan
Wader Cakul	1.41	TKG II – Developing	Sama dengan Lele Lokal, strategi iteroparous (memijah beberapa kali dalam hidup)
Cucut Sungai	0.84	TKG I – Immature	Belum matang gonad, belum memasuki musim kawin, strategi pertumbuhan lebih dulu
Urang Sungai	0.73	TKG I – Immature	Sama dengan Cucut, masih tahap juvenil, belum berreproduksi



Gambar 6. Strategi Reproduksi Per Spesies Ikan Yang Tertangkap

Grafik di atas mengilustrasikan klasifikasi strategi reproduksi ikan berdasarkan nilai rata-rata Indeks Kondisi (K) dan estimasi TKG. Warna **b**iru menunjukkan spesies dengan strategi spawning serempak, dimana pemijahan pada waktu yang sama (TKG IV/V, K tinggi); warna hijau menunjukkan spesies dengan strategi spawning bertahap, dimana kemungkinan memijah dalam beberapa fase musim; **o**ranye menunjukkan spesies dengan strategi bertahap

awal, dimana masih dalam proses perkembangan gonad; dan warna merah menunjukkan spesies dengan strategi belum matang, dimana menunjukkan fase juvenil atau belum memasuki musim kawin.

Dalam konteks *batch spawner*, individu berada dalam fase *spawning capable* (memiliki gamet matang) hingga *spent* (telah melepaskan batch telur) selama periode reproduksi aktif. Pada batch spawner pelepasan telur berlangsung dalam beberapa batch/event selama periode pemijahan. Bisa memiliki fertilitas determinate (jumlah telur tetap per musim) atau indeterminate (rekruitmen telur tambahan terus berlangsung sepanjang musim. Sementara pada total spawning semua telur matang dilepaskan sekaligus dalam satu episode tunggal, biasa ditemukan pada spesies *determinate fecundity* seperti salmon atau ikan cod dalam suhu dingin (Barbieri, 2013).

Mekanisme perkembangan ovarium yang tidak serempak (asynchronous) dan batch spawning memungkinkan T. *tambra*, *L. ovalis* and *R. argyrotaenia* memiliki reproduksi yang fleksibel dimana Spesies *Tor tambra dapat memijah* sepanjang tahun (year-round) atau dalam waktu lama (*protracted*) (Alhamrouni et al., 2024).

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pada aliran Sungai Brantas di Kecamatan Puri, komunitas ikan lokal yang teridentifikasi terdiri atas sembilan spesies dari delapan famili, dengan komposisi individu yang didominasi fase kematangan gonad TKG II (berkembang) serta TKG IV/V (puncak/akhir pemijahan). Analisis hubungan panjang–berat dan indeks kondisi (K) memperlihatkan pola yang konsisten: nilai K cenderung meningkat seiring kematangan reproduksi, sehingga spesies dengan K tinggi umumnya berada pada fase matang atau sedang memijah. Temuan ini menegaskan bahwa variasi morfometrik tidak sekadar mencerminkan ukuran, tetapi juga kondisi fisiologis yang berelasi dengan kesiapan reproduksi.

Strategi reproduksi ikan di lokasi studi dapat dipetakan ke tiga pola utama. Pertama, spawning serempak (TKG IV/V) yang menunjukkan pemijahan musiman

terpusat pada rentang waktu relatif singkat. Kedua, pemijahan bertahap (TKG II) atau *batch spawning* yang berlangsung lebih panjang dan memungkinkan pelepasan telur dalam beberapa kali kejadian. Ketiga, pertumbuhan awal (TKG I) yang merepresentasikan kelompok juvenil belum matang seksual. Identifikasi strategi *batch spawning* mengindikasikan bentuk adaptasi terhadap dinamika lingkungan sungai tropis—seperti banjir mendadak, perubahan debit, dan variabilitas pakan—yang menuntut fleksibilitas waktu dan energi reproduksi. Secara praktis, hasil ini menyiratkan bahwa pengelolaan habitat dan rezim aliran yang lebih stabil pada periode kritis pemijahan berpotensi menjaga keberlanjutan stok, sekaligus mempertahankan keragaman strategi reproduksi yang menopang resiliensi komunitas ikan setempat.

Referensi

Adi, C. P., Suryana, A., Wahyudi, D., Ismail, M., & Amalo, P. (2024). *Teknik Budidaya Rumput Laut dan Tiram Mutiara*. Penerbit P4I.

Adi, S., Jänen, I., & Jennerjahn, T. C. (2013). History of development and attendant environmental changes in the Brantas River Basin, Java, Indonesia, since 1970. *Asian Journal of Water, Environment and Pollution*, *10*(1), 5–15.

Alhamrouni, I., Abdul Kahar, N. H., Salem, M., Swadi, M., Zahroui, Y., Kadhim, D. J., Mohamed, F. A., & Alhuyi Nazari, M. (2024). A comprehensive review on the role of artificial intelligence in power system stability, control, and protection: Insights and future directions. *Applied Sciences*, *14*(14), 6214.

Barbieri, C. (2013). Surf travel behavior and destination preferences: An application of the Serious Leisure Inventory and Measure. *Tourism Management*, *35*, 111–121. https://doi.org/10.1016/j.tourman.2012.06.005

Bonar, S. A., Hubert, W. A., & Willis, D. W. (2009). The North American Freshwater Fish Standard Sampling Project: Improving Fisheries Communication. *Fisheries*, *34*(7).

Froese, R. (2006). Cube law, condition factor and weight–length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, *22*(4), 241–253.

Hadi, S. (2017). Aplikasi dan Interpretasi Regresi OLS (Beginikah Aplikasi dan Interpretasi

Regresi OLS?). *Academia: Accelerating the World's Research*.

Hardaningsih, I. I., Sari, D. W. K., Pi, S., Helmiati, S., Pi, S., Istiqomah, I., & Pi, S. (2024). *Dasar-Dasar Reproduksi Ikan: Panduan Komprehensif Teknologi dan Manajemen Pembenihan Ikan mulai dari Perkembangbiakan, Nutrisi, Produksi, dan Pengelolaan Kesehatan Ikan*. Penerbit Andi.

Hartnoll, R. G. (2017). Growth, sexual maturity and reproductive output. In *Crustacean issues 3* (pp. 101–128). Routledge.

Hayati, A., Tiantono, N., Mirza, M. F., Putra, I. D. S., Abdizen, M. M., Seta, A. R., Solikha, B. M., Fu'adil, M. H., Putranto, T. W. C., & Affandi, M. (2017). Water quality and fish diversity in the Brantas River, East Java, Indonesia. *Berkala Penelitian Hayati: Journal of Biological Researches*, *22*(2), 43–49.

Hertika, A. M. S., & Putra, R. B. D. S. (2019). *Ekotoksikologi untuk Lingkungan Perairan*. Universitas Brawijaya Press.

Hubert, W. A., & Fabrizio, M. C. (2007). Relative abundance and catch per unit effort. *Analysis and Interpretation of Freshwater Fisheries Data. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland*, 279–325.

Iqbal, M. (2015). Regresi Data Panel (2): Tahap Analisis. *Blog Dosen Perbanas*, *2*, 1–7.

Jusmaldi, J., Nuramelia, N., Arif, M. F., Hendra, M., Rukmi, D. S., & Rosadi, I. (2023). ASPEK BIOLOGI DAN HABITAT IKAN LURAI (Corica soborna Hamilton, 1822) DARI HILIR SUNGAI MAHAKAM, KALIMANTAN TIMUR [Biological Aspects and Habitat of Lurai Fish (Corica soborna Hamilton, 1822) from the Lower Mahakam River, East Kalimantan]. *Berita Biologi*, *22*(3), 343–356.

Kadarusman, S. W. (2019). *Sumber Daya Hayati Maritim. Seri Buku 2*.

Kottelat, M. (2013). The fishes of the inland waters of Southeast Asia: a catalogue and core bibliography of the fishes known to occur in freshwaters, mangroves and estuaries. *Raffles Bulletin of Zoology*.

Kurniawan, F. (2017). Studi Resiliensi Spasial Pulau-Pulau Kecil: Kasus Kawasan Konservasi Perairan Nasional, Taman Wisata Perairan Gili Ayer, Gili Meno, Dan Gili Trawangan (Gili Matra), Nusa Tenggara Barat. *Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor*.

Kusuma, P. S. W., Hariani, D., & Mukti, A. T. (2022). Evaluation of probiotic-fermented feed addition and laser-firing to accelerate mature broodstocks and seed productions of African Catfish (Clarias gariepinus). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *22*(2).

Latuconsina, H. (2021). *Ekologi ikan perairan tropis: biodiversitas adaptasi ancaman dan pengelolaannya*. UGM PRESS.

Lowerre-Barbieri, S., DeCelles, G., Pepin, P., Catalán, I. A., Muhling, B., Erisman, B., Cadrin, S. X., Alós, J., Ospina-Alvarez, A., & Stachura, M. M. (2017). Reproductive resilience: A paradigm shift in understanding spawner-recruit systems in exploited marine fish. *Fish and Fisheries*, *18*(2), 285–312.

Muchlisa, A. N. A. (2024). *Dinamika Populasi dan Reproduksi Ikan Gabus Channa striata (Bloch, 1789) di Danau Buaya Kabupaten Wajo= Population Dynamic And Reproduction Of Snakehead Fish Channa striata (Bloch, 1789) At Lake Buaya Wajo Regency*. Universitas Hasanuddin.

Mukti, A. T., Patmadevi, M., Mubarak, A. S., Adikara, R. T. S., Astuti, S. D., & Amin, M. (2023). Acceleration of gonadal maturity of female striped catfish, Pangasianodon hypophthalmus (Pisces, Pangasiidae) by irradiation to low-power soft-laser. *Animal Reproduction Science*, *258*, 107332.

Mulyati, E., Arsyad, M. R., Suryaningsih, S., Maryati, S., Gustina, L., Junianto, P., Helencia, K., Widayanti, L. P., Hwihanus, H., & Arsyad, L. O. M. N. (2024). *Pengantar SPSS: Teori, implementasi dan interpretasi*. CV. Gita Lentera.

Nahib, I., Ambarwulan, W., Rahadiati, A., Munajati, S. L., Prihanto, Y., Suryanta, J., Turmudi, T., & Nuswantoro, A. C. (2021). Assessment of the impacts of climate and LULC changes on the water yield in the Citarum River Basin, West Java Province, Indonesia. *Sustainability*, *13*(7), 3919.

Nash, L. L. (2006). *Inescapable ecologies: A history of environment, disease, and knowledge*. Univ of California Press.

Ng, H. H., & Kottelat, M. (2013). Revision of the Asian catfish genus Hemibagrus Bleeker, 1862 (Teleostei: Siluriformes: Bagridae). *Raffles Bulletin of Zoology*, *61*(1).

Ngabito, M., Olii, O., Binol, S. V., Auliyah, N., & Apriliani, I. M. (2023). Gonad maturity and fecundity of mackerel tuna (Euthynnus affinis (Cantor, 1849)) in North Gorontalo Waters, Indonesia. *World Scientific News*, *182*, 104–114.

Nodehi, M., Aguayo, F., Madey, N., & Zhou, L. (2024). A comparative review of polymer, bacterial-based, and alkali-activated (also geopolymer) binders: production, mechanical, durability, and environmental impacts (life cycle assessment (LCA)). *Construction and Building Materials*, *422*, 135816.

Nur, M. (2023). *Pemanfaatan dan tantangan pengelolaan sumber daya ikan terbang berkelanjutan (exocoetidae) di perairan selat makassar. Pengelolaan Sumber Daya Perikanan Laut Berkelanjutan*.

Rochman, N., & Afiati, N. (2013). Studi Morfometri Dan Faktor Kondisi Sotong (Sepiella Inermis: Orbigny, 1848) Yang Didaratkan Di Ppi Tambaklorok, Semarang. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, *2*(4), 91–99.

Rodgers, C., Siregar, M., Sumaryanto, W., Hendradjaja, B., Suprapto, S., & Zaafrano, R. (2001). Integrated economic-hydrologic modeling of the Brantas Basin, East Java, Indonesia: issues and challenges. *Integrated Water-Resources Management in a River-Basin Context*, 173.

Saanin, H. (1968). Taksonomi dan kuntji identifikasi ikan. *(No Title)*.

Sartimbul, A., Sambah, A. B., Iranawati, F., Yona, D., Fuad, M. A. Z., Harlyan, L. I., Hidayati, N., Sari, S. H. J., & Rahman, M. A. (2022). *Oseanografi perikanan*. Universitas Brawijaya Press.

Senay, C., & Duplisea, D. (2024). *Potential Removals of Redfish (Sebastes mentella and S. fasciatus) in Unit 1*. Canadian Science Advisory Secretariat (CSAS).

Sholihah, S. M., Aditiya, N. Y., Evani, E. S., & Maghfiroh, S. (2023). Konsep uji asumsi klasik pada regresi linier berganda. *Jurnal Riset Akuntansi Soedirman (JRAS)*, *2*(2), 102–110.

Sihombing, G. D. L., Handoco, E., & Manik, R. R. D. S. (2024). Relationship length weight and condition factors of mackerel (Rastrelliger kanagurta) landed in Tanjung Tiram Port Batu Bara District North Sumatra Province. *Jurnal Ilmiah Platax*, *12*(1), 358–366.

Subijanto, T. W., Ruritan Raymond Valiant, H., & Hidayat, F. (2013). Key success factors for capacity development in the Brantas River Basin organisations in Indonesia. *Water Policy*, *15*(S2), 183–205.

Sunaryo, T. M. (2002). Integrated water-resources management in a river-basin context: the brantas River Basin, Indonesia. *Integrated Water-Resources Management in a River-Basin Context: Institutional Strategies for Improving the Productivity of Agricultural Water Management*, *277*.

Valiant, R. (2014). Tantangan dalam pengelolaan sumberdaya air untuk mencapai lingkungan lestari berkelanjutan: Potret daerah aliran sungai (DAS) brantas. *Brawijaya Malang: Makalah Seminar Pekan DAS Brantas*.