



Analisis Struktur Ukuran dan Tingkat Kematangan Gonad Ikan Tembang (*Sardinella fimbriata*) Sebagai Indikator Pemanfaatan Sumberdaya di Perairan Kwandang

Rosyikhul F.S M Nango¹, Dewi Shinta Achmad^{*2}, Tusaban³, Nur Jihan Fareranty Piu⁴

¹⁻⁴Program Studi Akuakultur, Fakultas Sains dan Ilmu Komputer, Universitas Muhammadiyah Gorontalo, Indonesia

*Penulis Korespondensi: dewishintaachmad@umgo.ac.id

Abstract. *Small pelagic fisheries play an important role in food security, coastal livelihoods, and local fishery economies in Indonesia. *Sardinella fimbriata* is one of the economically important small pelagic fish species widely utilized in coastal communities. However, increasing fishing pressure may alter population size structure and reduce reproductive sustainability. This study aimed to analyze the size structure, gonad maturity stage, and exploitation status of *Sardinella fimbriata* in Kwandang Waters, Tomini Bay, Indonesia. The research was conducted from August to November 2025 using a descriptive quantitative approach. A total of 1,560 fish samples collected from commercial landings were measured for total length and examined macroscopically for gonad maturity. Data were analyzed using length-frequency distribution, maturity proportion, and logistic regression to estimate length at first maturity (L_{50}). The results showed that fish length ranged from 8.0 to 19.9 cm and was dominated by the 12.0–15.9 cm size group, accounting for 75.45% of total samples. Immature gonads dominated the catch, representing 91.35% of individuals, while mature fish accounted for only 8.65%. Logistic regression estimated L_{50} at 16.72 cm, whereas the average catch length was 13.56 cm with an L_c/L_{50} ratio of 0.81. These findings indicate that most fish were captured before reaching reproductive maturity, suggesting growth overfishing conditions. The study highlights the importance of minimum catch size regulation, selective fishing gear, and routine biological monitoring to support sustainable management of small pelagic fisheries in Tomini Bay.*

Keywords: *gonad maturity; growth overfishing; length at first maturity; *Sardinella fimbriata*; Small pelagic fisheries.*

Abstrak. Perikanan pelagis kecil memiliki peran penting dalam mendukung ketahanan pangan, mata pencaharian masyarakat pesisir, dan ekonomi perikanan lokal di Indonesia. *Sardinella fimbriata* merupakan salah satu komoditas ikan pelagis kecil bernilai ekonomis yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat pesisir. Namun, peningkatan tekanan penangkapan berpotensi mengubah struktur ukuran populasi dan menurunkan keberlanjutan reproduksi sumber daya ikan. Penelitian ini bertujuan menganalisis struktur ukuran, tingkat kematangan gonad, dan status pemanfaatan *Sardinella fimbriata* di Perairan Kwandang, Teluk Tomini, Indonesia. Penelitian dilaksanakan pada Agustus–November 2025 menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif. Sebanyak 1.560 sampel ikan hasil pendaratan komersial diukur panjang totalnya dan diamati tingkat kematangan gonad secara makroskopis. Analisis dilakukan menggunakan distribusi frekuensi panjang, proporsi kematangan gonad, dan regresi logistik untuk mengestimasi ukuran pertama kali matang gonad (L_{50}). Hasil penelitian menunjukkan bahwa panjang ikan berkisar 8,0–19,9 cm dan didominasi kelompok ukuran 12,0–15,9 cm sebesar 75,45% dari total sampel. Tingkat kematangan gonad didominasi individu belum matang sebesar 91,35%, sedangkan ikan matang hanya 8,65%. Hasil regresi logistik menunjukkan nilai L_{50} sebesar 16,72 cm, sementara rata-rata panjang tangkapan hanya 13,56 cm dengan rasio L_c/L_{50} sebesar 0,81. Temuan ini menunjukkan bahwa sebagian besar ikan tertangkap sebelum mencapai ukuran reproduktif, sehingga mengindikasikan kondisi *growth overfishing*. Penelitian ini menegaskan pentingnya pengaturan ukuran tangkap minimum, penggunaan alat tangkap selektif, dan monitoring biologis berkala untuk mendukung pengelolaan berkelanjutan perikanan pelagis kecil di Teluk Tomini.

Kata kunci: *growth overfishing; kematangan gonad; Perikanan pelagis kecil; *Sardinella fimbriata*; ukuran pertama matang gonad.*

1. LATAR BELAKANG

Perikanan merupakan salah satu sektor strategis dalam pembangunan ekonomi, ketahanan pangan, dan kesejahteraan masyarakat pesisir, terutama bagi negara kepulauan seperti Indonesia. Dengan lebih dari 17.000 pulau dan wilayah perairan sekitar 6,4 juta km², Indonesia memiliki basis ekologis dan geografis yang sangat luas untuk mendukung pemanfaatan sumber daya ikan, termasuk kelompok ikan pelagis kecil. Secara global, perikanan dan akuakultur telah diakui sebagai sektor penting bagi penyediaan pangan, gizi, dan pekerjaan, bahkan produksi perikanan tangkap dunia diproyeksikan dapat mencapai 96 juta ton pada 2030 apabila tata kelola sumber daya diarahkan secara berkelanjutan (FAO, 2022). Dalam konteks Indonesia, perikanan skala kecil melibatkan sekitar 2,5 juta rumah tangga produksi dan berkontribusi terhadap mata pencaharian, pangan, gizi, serta kesejahteraan masyarakat pesisir, meskipun sektor ini tetap rentan terhadap kemiskinan, perubahan iklim, dan penurunan kesehatan ekosistem (Stacey et al., 2021). Nilai penting ini juga diperkuat oleh temuan bahwa penangkapan ikan untuk subsistensi berfungsi sebagai jaring pengaman mata pencaharian bagi komunitas yang bergantung pada pangan akuatik, terutama dalam menghadapi kemiskinan, malnutrisi, dan ketimpangan gender (Mills & Franz, 2023). Oleh karena itu, keberlanjutan perikanan tangkap tidak hanya berkaitan dengan aspek produksi, tetapi juga berkaitan langsung dengan keamanan pangan, stabilitas sosial ekonomi, dan daya tahan komunitas pesisir.

Ikan pelagis kecil menempati posisi penting dalam sistem pangan akuatik karena ketersediaannya relatif luas, harganya lebih terjangkau, dan rantai pemanfaatannya dekat dengan konsumsi rumah tangga serta kegiatan ekonomi lokal. FAO (2023) menegaskan bahwa ikan kecil sering kurang mendapat perhatian dalam kebijakan pangan, padahal memiliki fungsi penting dalam sistem pangan, gizi, mata pencaharian, pengolahan, perdagangan, dan distribusi pangan akuatik bagi komunitas pesisir maupun masyarakat yang jauh dari sumber air. Dalam komunitas pulau perikanan Indonesia, konsumsi dan panen ikan dilaporkan didominasi ikan pelagis kecil dari awak komersial, sementara nelayan skala kecil tetap berperan penting dalam menyediakan ikan ketika periode tangkapan rendah (Fitriana et al., 2022). Salah satu komoditas pelagis kecil yang bernilai penting adalah ikan tembang (*Sardinella fimbriata*), yang dikenal melimpah di perairan Indonesia, digemari masyarakat, bernilai jual relatif terjangkau, serta mendukung aktivitas pengolahan dan perdagangan lokal (Suleman & Djonu, 2022).

Secara biologis, *S. fimbriata* merupakan ikan pelagis-neritik Indo-Pasifik yang hidup pada kisaran kedalaman 0–50 m, memiliki panjang maksimum sekitar 19,0 cm TL, panjang umum 11,0 cm SL, dan estimasi panjang matang pertama sekitar 12,3 cm (Base, 2026). Spesies ini memiliki sebaran luas dari Afrika Timur hingga Taiwan, Filipina, Indonesia, dan Australia

utara, serta tergolong pemakan plankton dan krustase kecil, sehingga berperan sebagai komponen penting dalam jejaring trofik perairan pesisir (Tampubolon et al., 2019).

Meskipun memiliki nilai ekologis dan ekonomi yang tinggi, pemanfaatan ikan pelagis kecil menghadapi tekanan yang semakin besar akibat intensitas penangkapan di wilayah pesisir. Transformasi kawasan pesisir Asia Tenggara telah membuat mata pencaharian nelayan kecil semakin beragam dan terkomodifikasi, sementara pembangunan maritim dapat memengaruhi keberlanjutan perikanan skala kecil dan akses masyarakat terhadap sumber daya pesisir (Arias Schreiber et al., 2022). Dalam kondisi tersebut, peningkatan intensitas penangkapan dapat mengubah struktur ukuran populasi karena alat tangkap dengan selektivitas terbatas berpotensi menangkap berbagai ukuran ikan, termasuk juvenil. Temuan pada operasi bagan menunjukkan bahwa komposisi hasil tangkapan dapat mencakup berbagai ukuran ikan, termasuk individu juvenil, sehingga berpotensi memengaruhi struktur ukuran populasi alami (Achmad & Nurdin, 2016). Risiko ini menjadi relevan pada perikanan ikan tembang di Perairan Kwandang, Kabupaten Gorontalo Utara, karena produksi ikan pelagis daerah tersebut mencapai 18.420 ton pada 2023, dengan ikan tembang berkontribusi sekitar 28% dari total tangkapan. Namun, fluktuasi hasil tangkapan selama lima tahun terakhir menunjukkan bahwa pemanfaatan sumber daya ini perlu dievaluasi secara biologis. Lebih jauh, tingkat pemanfaatan sumber daya ikan pelagis kecil di Teluk Tomini telah mencapai 95% dari potensi lestari pada 2023 dan dikategorikan sebagai “*fully exploited*” (Tahun & Porapar, 2023), sehingga tekanan penangkapan di kawasan ini tidak dapat diabaikan.

Permasalahan utama dalam penelitian ini terletak pada meningkatnya intensitas penangkapan ikan tembang di Perairan Kwandang, sementara informasi ilmiah mengenai struktur ukuran populasi sebagai indikator tekanan eksploitasi masih terbatas. Kajian sebelumnya mengenai ikan tembang di berbagai wilayah umumnya berfokus pada pertumbuhan, hubungan panjang-berat, mortalitas, rekrutmen, dan dinamika populasi. Sebagai contoh, analisis biologi dan dinamika populasi *S. fimbriata* di Selat Bali menggunakan 1.471 sampel dan menemukan rasio kelamin 55% jantan dan 45% betina, serta menunjukkan bahwa peningkatan produksi dapat memicu risiko overfishing (Ginzel, 2019). Dalam kajian yang sama, populasi *S. fimbriata* di Selat Bali menunjukkan status overfishing dengan tingkat eksploitasi $E = 0,79$, mortalitas total $Z = 6,41$, mortalitas penangkapan $F = 5,03$, mortalitas alami $M = 1,38$, serta L_m 11,95 cm pada jantan dan 10,79 cm pada betina (Ginzel, 2019). Studi lain di Lawas, Sarawak, mencatat L_∞ 15,61 cm, K 0,97 tahun⁻¹, Z 3,23 tahun⁻¹, M 2,17 tahun⁻¹, F 1,06 tahun⁻¹, ukuran matang pertama betina 13,50 cm TL, dan puncak pemijahan utama pada Maret serta Juli (Udupa et al., 2022). Temuan-temuan tersebut menunjukkan bahwa ikan

tembang merupakan spesies berumur pendek, cepat tumbuh, dan sensitif terhadap tekanan penangkapan; namun, hubungan antara struktur ukuran, tingkat kematangan gonad, dan status pemanfaatan di Perairan Kwandang belum dijelaskan secara memadai.

Solusi umum terhadap persoalan tersebut adalah penerapan indikator biologis sederhana, terukur, dan sesuai untuk kondisi perikanan data-terbatas. Sistem logbook perikanan skala kecil di Indonesia telah dikembangkan untuk memperbaiki reliabilitas data tangkapan, kapasitas kelembagaan, dan pemantauan perikanan, tetapi perikanan data-terbatas tetap membutuhkan indikator biologis sederhana untuk mendukung pengelolaan (Wiyono et al., 2021). Struktur ukuran, tingkat kematangan gonad, dan ukuran pertama kali matang gonad merupakan parameter biologis penting untuk menilai kondisi populasi, status pemanfaatan sumber daya ikan, serta potensi regenerasi populasi di suatu wilayah perairan (W. W. Cao et al., 2023). Secara konseptual, penangkapan ikan sebelum mencapai ukuran matang gonad dapat menunjukkan tekanan pemanfaatan; apabila sebagian besar ikan tertangkap berada di bawah nilai L_{50} , kondisi tersebut mengarah pada kecenderungan *growth overfishing* (Froese et al., 2023). Pendekatan ini relevan karena ikan tembang dan sardin tropis umumnya memiliki siklus hidup cepat, matang pada ukuran relatif kecil, sekitar 69% dari panjang maksimum, dan biasanya matang pada usia sekitar 12 bulan, meskipun variasinya berkisar antara 6 bulan hingga 2 tahun (Hunnam, 2021). Kelompok flat-bodied *Sardinella*, termasuk *S. fimbriata* dan *S. gibbosa*, dilaporkan mencapai matang pertama pada kisaran rata-rata 13,8–15,5 cm TL, sehingga ukuran matang gonad dapat digunakan sebagai dasar biologis untuk menilai kelayakan ukuran tangkap minimum (Hunnam, 2021).

Solusi spesifik yang ditawarkan dalam penelitian ini adalah mengintegrasikan analisis struktur ukuran panjang, komposisi tingkat kematangan gonad, dan estimasi ukuran pertama kali matang gonad untuk menilai status pemanfaatan ikan tembang di Perairan Kwandang. Analisis struktur ukuran memungkinkan identifikasi dominasi kelas panjang, indikasi selektivitas alat tangkap, serta kemungkinan tekanan terhadap individu muda. Kajian ukuran layak tangkap pada 637 ikan tembang menunjukkan panjang total 10–14,5 cm dengan rata-rata $12,029 \pm 0,926$ cm, dan ukuran layak tangkap dinilai dengan membandingkan ukuran rata-rata tertangkap dengan ukuran pertama matang gonad (Putri et al., 2023). Analisis hubungan panjang-berat *S. fimbriata* di Muara Angke menunjukkan panjang total 120–160 mm dan berat 20–45 g, yang mengindikasikan sebagian individu telah memasuki proses pematangan gonad dan relevan untuk studi struktur ukuran (Kurniawan et al., 2023). Reproduksi dan distribusi *S. fimbriata* juga dipengaruhi variabilitas oseanografi; indeks gonadosomatik dilaporkan lebih tinggi pada musim monsun Juni–September, sedangkan juvenil lebih banyak ditemukan pada

periode pascamonsun bersamaan dengan konsentrasi klorofil tinggi (Ghosh et al., 2019). Studi reproduksi ikan pelagis kecil di Manila Bay yang menganalisis 5.266 individu memperkirakan *L₅₀* *S. fimbriata* sekitar 12,25 cm pada jantan dan 12,75 cm pada betina, dengan puncak pemijahan Februari–Mei (Rivera et al., 2025). Bukti tersebut menunjukkan bahwa ukuran tubuh, kematangan gonad, musim, dan kondisi lingkungan perlu dipertimbangkan secara bersamaan dalam mengevaluasi status reproduktif populasi.

Literatur yang tersedia menunjukkan bahwa ikan tembang telah dikaji dari berbagai aspek, tetapi belum seluruhnya mengintegrasikan struktur ukuran, tingkat kematangan gonad, dan status pemanfaatan pada skala lokal perairan pesisir yang mengalami tekanan tinggi. Studi di Selat Bali, Sarawak, Muara Angke, Takalar, dan Manila Bay memberikan informasi penting mengenai pertumbuhan, mortalitas, rasio kelamin, ukuran matang pertama, panjang-berat, dan musim pemijahan, tetapi hasil-hasil tersebut tidak dapat langsung digeneralisasi ke Perairan Kwandang karena perbedaan kondisi oseanografi, intensitas penangkapan, komposisi alat tangkap, dan dinamika pendaratan ikan. Perikanan pelagis kecil Laut Jawa, misalnya, menyumbang sekitar 26,6% dari total sumber daya perikanan laut dan variasi spasial-temporalnya dipengaruhi oleh perubahan oseanografi musiman (Sari et al., 2023), sehingga perbedaan wilayah dapat menghasilkan dinamika stok yang berbeda. Kejatuhan perikanan sarden di Selat Bali berdampak nyata pada mata pencaharian nelayan artisanal dan komersial, menunjukkan bahwa fluktuasi stok ikan pelagis kecil dapat menimbulkan risiko sosial-ekonomi yang besar bagi komunitas pesisir (Ferse et al., 2021). Dengan demikian, evaluasi lokal berbasis data biologis menjadi penting, khususnya di Perairan Kwandang yang berada dalam kawasan Teluk Tomini dan menunjukkan tingkat pemanfaatan pelagis kecil yang telah mencapai 95% dari potensi lestari. Kesenjangan utama yang diidentifikasi adalah belum tersedianya kajian yang secara khusus menghubungkan struktur ukuran, komposisi tingkat kematangan gonad, dan ukuran pertama kali matang gonad sebagai indikator status pemanfaatan ikan tembang di Perairan Kwandang.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis struktur ukuran populasi ikan tembang, mengidentifikasi komposisi tingkat kematangan gonad, mengevaluasi hubungan antara ukuran panjang dan kematangan gonad, serta menilai status pemanfaatan sumber daya berdasarkan indikator struktur ukuran dan *L₅₀* di Perairan Kwandang. Hipotesis operasional yang mendasari penelitian ini adalah bahwa sebagian ikan tembang yang tertangkap belum mencapai ukuran matang gonad, sehingga struktur ukuran dan tingkat kematangan gonad dapat digunakan sebagai indikator biologis tekanan pemanfaatan. Apabila sebagian besar ikan tertangkap berada di bawah nilai *L₅₀*, maka pemanfaatan ikan

tembang cenderung mengarah pada kondisi *growth overfishing*. Kebaruan penelitian ini terletak pada penerapan terpadu indikator struktur ukuran, tingkat kematangan gonad, dan ukuran pertama kali matang gonad pada populasi ikan tembang di Perairan Kwandang, yang selama ini belum banyak dibahas dalam kajian lokal. Secara akademis, penelitian ini memperkuat konsep pengelolaan perikanan berbasis indikator biologis, khususnya untuk ikan pelagis kecil. Secara praktis, hasil penelitian diharapkan menyediakan dasar teknis bagi pengaturan ukuran tangkap minimum, pengendalian selektivitas alat tangkap, dan pemantauan stok ikan tembang. Secara sosial-ekonomi dan etis, pemanfaatan ikan secara berkelanjutan mendukung stabilitas mata pencaharian masyarakat pesisir serta sejalan dengan prinsip menjaga keseimbangan alam dan mencegah kerusakan lingkungan sebagaimana ditegaskan dalam QS. Al-A'raf: 56.

2. KAJIAN TEORITIS

Biologi dan Taksonomi Ikan Tembang

Ikan tembang (*Sardinella fimbriata*) merupakan ikan pelagis kecil dari famili Clupeidae yang hidup bergerombol, bermigrasi, dan memiliki peran ekologis serta ekonomis penting di wilayah tropis dan subtropis. Dalam sistem perikanan Indo-Pasifik, kelompok sardin dan herring tropis merupakan sumber daya penting, tetapi pengetahuan ilmiahnya masih tersebar dalam kajian lokal dan sering menghadapi kesulitan taksonomi karena banyak spesies memiliki kemiripan morfologis, terutama dalam perikanan campuran skala kecil (Hunnam, 2021). Kondisi tersebut menjadikan identifikasi ilmiah penting, sebab istilah “sardin” sering digunakan sebagai nama umum untuk beberapa ikan pelagis kecil famili Clupeidae, sedangkan ikan tembang merujuk secara lebih spesifik pada *Sardinella fimbriata* (Hunnam, 2021). Secara taksonomi, ikan tembang termasuk Kingdom Animalia, Phylum Chordata, Class Actinopterygii, Order Clupeiformes, Family Clupeidae, Genus *Sardinella*, dan Species *Sardinella fimbriata* Menurut fishbase (2018), Klasifikasi Ikan Tembang Adalah Sebagai Berikut :



Gambar 2. 1 Ikan Tembang

- a. *Kingdom: Animalia*
- b. *Phylum: Chordata*
- c. *Class: Actinopterygii*
- d. *Order: Clupeiformes*
- e. *Family: Clupeidae*
- f. *Genus: Sardinella*
- g. *Species: Sardinella fimbriata*

Nama Umum: Ikan Tembang

Habitat ikan tembang umumnya berada di perairan pantai hingga kedalaman 50 meter. Mereka hidup di daerah perairan terbuka (pelagis) yang memiliki salinitas tinggi dan suhu berkisar antara 26–31°C. Spesies ini tersebar luas di perairan Indo-Pasifik, termasuk Laut Jawa, Laut Flores, Teluk Bone, Teluk Tomini, dan Selat Makassar, sehingga relevan sebagai sumber daya pelagis kecil Indonesia (Tangke et al., 2023).

Secara morfologis, ikan tembang memiliki tubuh pipih memanjang, warna keperakan, punggung kebiruan, dan garis lateral yang jelas, dengan panjang maksimum sekitar 17–20 cm dan berat rata-rata 50–100 gram (Prearo et al., 2013). Karakter morfologi yang lebih rinci menunjukkan bahwa *S. fimbriata* memiliki tubuh relatif dalam dengan body depth 28,0–33,2% dari panjang standar, 18–19 jari-jari lunak sirip dorsal, 18–20 jari-jari lunak sirip anal, scute prepelvik dan postpelvik 17–18 + 11–12, serta 65–81 gill rakers bagian bawah (FishBase, 2026). Spesies ini hidup pada perairan pantai hingga kedalaman sekitar 50 m, terutama pada perairan pelagis bersalinitas tinggi dengan suhu 26–31°C, serta berkaitan erat dengan ketersediaan fitoplankton dan zooplankton sebagai sumber makanan utama (Takarina et al., 2018; FishBase, 2026). Dalam jejaring trofik, ikan tembang berperan sebagai konsumen tingkat menengah sekaligus mangsa bagi predator seperti tuna, tongkol, dan cakalang, sehingga perubahan populasinya dapat memengaruhi keseimbangan ekosistem pelagis.

Biologi kehidupan ikan tembang dicirikan oleh masa hidup yang relatif pendek, sekitar 1–2 tahun, dengan pertumbuhan cepat pada tahun pertama, sehingga dinamika reproduksi menjadi aspek penting dalam pengelolaan berkelanjutan (Ubamnata et al., 2017; Vicente & Palla, 2025). Ikan pelagis kecil, termasuk *sardine*, *herring*, *anchovy*, dan *sprat*, memiliki peran ekologis besar, menopang perikanan bernilai ekonomi, dan berkontribusi terhadap ketahanan pangan, tetapi populasinya cenderung dinamis karena waktu generasi pendek dan keterkaitan kuat dengan produktivitas trofik bawah serta variabilitas iklim (Peck et al., 2021). Sifat hidup tersebut membuat ikan tembang rentan terhadap perubahan lingkungan dan tekanan penangkapan. Di Teluk Tomini, termasuk Perairan Kwandang, karakter semi-tertutup, produktivitas primer tinggi, masukan nutrisi dari daratan, serta dinamika arus yang relatif

stabil menjadikan kawasan ini habitat potensial bagi ikan tembang (Purba et al., 2019). Namun, habitat pesisir yang dangkal juga membuat *S. fimbriata* rentan terhadap aktivitas penangkapan yang terkonsentrasi di sekitar lokasi pendaratan dan daerah tangkap pesisir (FishBase, 2026).

Struktur Ukuran Ikan

Struktur ukuran ikan merupakan distribusi panjang atau berat individu dalam suatu populasi yang dapat menggambarkan komposisi umur, pola pertumbuhan, rekrutmen, dan tekanan penangkapan. Dalam populasi alami, distribusi ukuran cenderung membentuk kurva normal dengan proporsi ikan muda, dewasa, dan tua yang relatif seimbang; perubahan pola distribusi dapat menunjukkan adanya tekanan eksploitasi atau perubahan proses rekrutmen (Tampubolon et al., 2019). Penangkapan intensif dapat menggeser struktur ukuran ke arah individu yang lebih kecil karena ikan dewasa lebih banyak tertangkap sebelum sempat memijah, sehingga peluang regenerasi stok berkurang. Pada ikan pelagis kecil, dinamika demografi sangat dipengaruhi oleh rekrutmen, dan populasi dengan kematangan awal serta pertumbuhan somatik cepat cenderung menunjukkan sensitivitas tinggi terhadap kombinasi tekanan penangkapan dan variabilitas lingkungan (Otero & Hidalgo, 2023). Oleh karena itu, struktur ukuran menjadi indikator awal untuk membaca kondisi pemanfaatan sumber daya ikan.

Analisis struktur ukuran umumnya dilakukan menggunakan panjang total atau panjang baku ikan hasil tangkapan, kemudian diolah menjadi distribusi frekuensi panjang, hubungan panjang-berat, koefisien pertumbuhan, dan ukuran pertama matang gonad. Hubungan panjang-berat biasanya dinyatakan dengan persamaan $W = aL^b$, di mana nilai b mendekati 3 menunjukkan pertumbuhan isometrik, sedangkan nilai b lebih besar atau lebih kecil dari 3 menunjukkan pertumbuhan alometrik positif atau negatif (Lempoy et al., 2020). Studi *S. fimbriata* di Pulau Rote menggunakan 1.095 sampel berukuran 90–157 mm TL dan menemukan pola pertumbuhan alometrik negatif dengan persamaan $W = 0,0004L^{2.2523}$ (Ginzal et al., 2022). Pada populasi yang sama, estimasi L_{∞} mencapai 165,26 mm, L_c 96,98 mm TL, Z 2,41 tahun⁻¹, M 1,45 tahun⁻¹, F 0,97 tahun⁻¹, dan E 0,40 tahun⁻¹, sehingga stok dianggap mendekati *overexploitation* meskipun belum melampaui $E = 0,5$ (Ginzal et al., 2022). Temuan tersebut menunjukkan bahwa struktur ukuran dan parameter pertumbuhan dapat memberikan sinyal awal tentang status pemanfaatan.

Dalam konteks ikan tembang di Indonesia, beberapa kajian menunjukkan bahwa dominasi ukuran kecil dapat mengindikasikan tekanan eksploitasi. Distribusi ukuran ikan tembang tangkapan nelayan lokal dilaporkan didominasi ukuran 11–13 cm, sedangkan ukuran matang gonad pertama berada pada panjang 14,2 cm, sehingga sebagian besar tangkapan belum

berada pada fase reproduktif (Sulistiono et al., 2011). Studi lain pada *S. fimbriata* yang tertangkap mini *purse seine* di Muara Angke menunjukkan panjang total 120–160 mm dan berat 20–45 g dengan pola pertumbuhan alometrik negatif, yang diinterpretasikan berkaitan dengan kondisi pesisir dan tekanan penangkapan (Kurniawan et al., 2023). Dengan demikian, struktur ukuran tidak hanya menggambarkan komposisi panjang ikan dalam hasil tangkapan, tetapi juga dapat digunakan sebagai dasar untuk menilai apakah pemanfaatan sumber daya telah memberi kesempatan cukup bagi ikan untuk tumbuh dan bereproduksi.

Tingkat Kematangan Gonad

Kematangan gonad merupakan proses fisiologis yang menunjukkan kemampuan ikan untuk bereproduksi, dengan gonad jantan menghasilkan sperma dan gonad betina menghasilkan telur melalui perkembangan bertahap. Perkembangan gonad dipengaruhi oleh umur, panjang tubuh, kondisi fisiologis, dan faktor lingkungan. Secara umum, gonad ikan mengalami lima tahap perkembangan, yaitu *immature*, *maturing*, *mature*, *spawning*, dan *spent* (Deeng et al., 2022). Tingkat kematangan gonad menjadi parameter biologis penting untuk mengevaluasi status reproduksi individu dan menggambarkan dinamika reproduksi populasi dalam ekosistem perairan. Pada *S. fimbriata*, pemahaman biologi reproduksi, termasuk tingkat kematangan gonad, musim pemijahan, dan ukuran matang pertama atau L_{50} , merupakan dasar penting bagi pengelolaan yang berkelanjutan (Vicente & Palla, 2025).

Pengamatan tingkat kematangan gonad dapat dilakukan secara makroskopis maupun histologis. Secara konvensional, TKG diklasifikasikan dalam stadium I–V, tetapi pada penelitian lapangan dengan jumlah sampel besar, kategori dapat disederhanakan menjadi matang dan belum matang berdasarkan pengamatan morfologis langsung. Pengamatan makroskopis dilakukan melalui ukuran, bentuk, warna, tekstur, dan perkembangan gonad, serta praktis digunakan pada banyak sampel, meskipun ketelitiannya lebih rendah dibandingkan analisis histologis (Effendi, 1997). Studi kematangan gonad pada ikan sering membutuhkan sampel besar yang dapat diproses cepat, sehingga staging makroskopis menjadi pilihan praktis dalam survei lapangan, sementara validasi histologis lebih akurat tetapi mahal dan memerlukan waktu lebih lama (Ganga, 2023). Dengan nada yang sama, klasifikasi gonad secara makroskopis dinilai cepat dan murah, tetapi dapat menghasilkan kesalahan penetapan tahap, sehingga penilaian histologis tetap penting untuk validasi kematangan dan estimasi ukuran pertama matang (Ferreri et al., 2023).

Secara empiris, studi reproduksi *S. fimbriata* di Malampaya Sound yang memeriksa 1.238 ekor pada April 2023–Maret 2024 menemukan rasio kelamin 1:1, yang menunjukkan keseimbangan representasi jantan dan betina dalam populasi sampel (Vicente & Palla, 2025). Pemeriksaan gonad pada populasi yang sama menunjukkan adanya individu memijah sepanjang tahun, dengan puncak pemijahan pada April, indeks gonadosomatik tertinggi 7,62%, fekunditas mencapai 18.465 telur, dan puncak pemijahan lebih kecil pada September (Vicente & Palla, 2025). Ukuran minimum ikan matang diamati pada 11,0 cm untuk jantan dan 11,1 cm untuk betina, sedangkan estimasi panjang matang adalah 11,4 cm untuk jantan dan 8,8 cm untuk betina, menunjukkan adanya variasi reproduktif menurut jenis kelamin (Vicente & Palla, 2025). Proporsi ikan matang gonad yang rendah dalam hasil tangkapan menunjukkan bahwa sebagian besar ikan belum mencapai fase reproduktif sebelum tertangkap; apabila kondisi ini berlangsung terus-menerus, kemampuan populasi untuk menghasilkan individu baru dapat menurun (Aibesa et al., 2022).

Indikator Pemanfaatan Sumber Daya Ikan

Pemanfaatan sumber daya ikan tidak cukup dinilai dari jumlah tangkapan, tetapi perlu mempertimbangkan kondisi biologis populasi yang tertangkap. Tekanan pemanfaatan dapat terlihat dari perubahan struktur populasi, terutama berkurangnya ikan besar dan meningkatnya dominasi ikan kecil akibat penangkapan sebelum ukuran optimal (Froese et al., 2023). Struktur ukuran digunakan untuk mengetahui kelompok panjang ikan dominan dalam tangkapan, sedangkan tingkat kematangan gonad menunjukkan proporsi ikan yang telah mencapai fase reproduktif. Dominasi ikan kecil dan belum matang gonad mengindikasikan tekanan terhadap individu muda dan kapasitas reproduksi populasi (Aibesa et al., 2022). Apabila hasil tangkapan didominasi ikan kecil, individu muda terus tertangkap sebelum tumbuh optimal, sehingga keseimbangan populasi dan keberlanjutan stok ikan dapat terganggu dalam jangka panjang (Babcock et al., 2013).

Ukuran pertama matang gonad atau L_{50} menjadi acuan penting untuk menilai apakah ikan yang tertangkap telah mencapai ukuran reproduktif. Jika sebagian besar ikan berada di bawah L_{50} dan belum matang, kondisi tersebut dapat mengarah pada *growth overfishing* (Cope & Punt, 2009). Struktur ukuran dan TKG saling melengkapi karena panjang tubuh berkaitan erat dengan peluang ikan mencapai fase matang gonad dan berkontribusi dalam pemijahan (Robbins, 2014). Distribusi frekuensi panjang dapat menunjukkan kelompok ukuran dominan dalam tangkapan, dan perubahan komposisi ukuran mencerminkan tekanan penangkapan terhadap populasi (Baldé et al., 2019). Informasi kematangan gonad juga digunakan untuk menilai apakah ikan yang tertangkap telah memiliki kesempatan memijah; tingginya ikan

belum matang menunjukkan tekanan terhadap keberlanjutan reproduksi (Limbong et al., 2023). Ketika nilai L_c lebih rendah daripada L_{m50} , hasil tangkapan cenderung didominasi ikan muda belum matang dan kondisi tersebut dapat mengarah pada status *overfishing* (Pramulati et al., 2023).

Dalam perikanan data-terbatas, metode penilaian stok berbasis panjang semakin banyak digunakan karena komposisi panjang lebih mudah dan lebih murah dikumpulkan dibandingkan data lengkap tentang tangkapan, upaya, kelimpahan, atau umur ikan (Cao et al., 2022). Pendekatan LBSPR mengestimasi *spawning potential ratio* dari data panjang dan parameter sejarah hidup, sehingga sesuai untuk perikanan yang tidak memiliki data stok lengkap (Hordyk et al., 2015). *Length-based indicators*, LBSPR, dan LBB juga dapat digunakan untuk menilai status stok perikanan data-terbatas; dalam studi Azores, 15 dari 18 stok menunjukkan kesesuaian kuat antar-metode, dengan 45% stok berkelanjutan, 33% berada pada kondisi *rebuilding* atau *overfished*, dan 22% mengalami *overfishing* atau *overfished* (Jac et al., 2023). Dengan demikian, integrasi struktur ukuran, TKG, L_{50} , dan rasio L_c/L_m menyediakan kerangka biologis yang relevan untuk mengevaluasi pemanfaatan ikan tembang di Perairan Kwandang.

Penelitian Terdahulu dan Kerangka Pemikiran

Penelitian terdahulu mengenai ikan tembang dan kelompok *Sardinella* telah memberikan dasar penting bagi pengembangan kerangka analisis dalam penelitian ini. Ghosh et al. (2013) meneliti biologi reproduksi *S. fimbriata* dan *S. gibbosa* di Teluk Benggala barat laut, menemukan ukuran matang pertama sekitar 13 cm TL dan musim pemijahan Mei–Juli. Rivera et al. (2016) mengkaji biologi reproduksi *Sardinella* spp. di Manila Bay dan memperkirakan L_{m50} sekitar 12–13 cm, dengan variasi tingkat kematangan gonad dan GSI antar musim. Mollik & Sultana, (2023) meneliti hubungan panjang-berat dan faktor kondisi *S. fimbriata* dari Teluk Benggala karena spesies ini bernilai ekonomi dalam perikanan Clupeidae; parameter tersebut penting untuk mengevaluasi pola pertumbuhan, kondisi ikan, dan kesehatan populasi. Pada Malampaya Sound, Amorim et al. (2024) menganalisis 1.200 sampel *S. fimbriata* dan menemukan pertumbuhan alometrik negatif dengan persamaan $y = 0,0291x^{2.561}$ untuk gabungan jenis kelamin, $y = 0,0404x^{2.4254}$ untuk jantan, dan $y = 0,0355x^{2.4856}$ untuk betina.

Kajian dinamika populasi juga menunjukkan pentingnya indikator pertumbuhan, mortalitas, dan eksploitasi. Amorim et al. (2024) melaporkan bahwa populasi *S. fimbriata* di Malampaya Sound memiliki L_∞ 16,28 cm, K 0,68 tahun⁻¹, L_{max} 15,78 cm, t_0 -0,5515 tahun, dan indeks performa pertumbuhan Φ' 2,256, yang menunjukkan ukuran maksimum relatif kecil dan pertumbuhan cepat khas ikan pelagis kecil. Estimasi mortalitas populasi tersebut adalah Z

2,69 tahun⁻¹, M 1,68 tahun⁻¹, F 1,01 tahun⁻¹, dan tingkat eksploitasi E 0,38, dengan rekrutmen sepanjang tahun dan puncak pada Juni, sehingga menunjukkan replenishment berkelanjutan pada tingkat eksploitasi ringan (Amorim et al., 2024). Kurniawan et al. (2021) mencatat distribusi panjang *S. fimbriata* di Selat Makassar, estimasi L₅₀ sekitar 12,8 cm, dan sebagian hasil tangkapan berada di bawah ukuran matang. Putri et al. (2022) menemukan bahwa L_c lebih kecil daripada L_m pada *S. fimbriata* di Laut Jawa, dengan dominasi ikan belum matang dan indikasi *growth overfishing*. Prince et al. (2015) menegaskan bahwa rasio L_c/L_m dapat digunakan sebagai indikator eksploitasi pada stok tropis skala kecil, sehingga pendekatan ini relevan untuk pengelolaan perikanan pelagis kecil.

Berdasarkan sintesis literatur tersebut, kerangka pemikiran penelitian ini menempatkan struktur ukuran, tingkat kematangan gonad, dan L₅₀ sebagai dasar evaluasi status pemanfaatan ikan tembang di Perairan Kwandang. Analisis distribusi panjang digunakan untuk menentukan kelas ukuran dominan, sebaran panjang, serta kecenderungan ukuran kecil, sedang, atau besar dalam hasil tangkapan. Proporsi ikan matang dan belum matang gonad digunakan untuk menggambarkan kondisi reproduksi populasi ikan tembang yang tertangkap. Selanjutnya, hubungan panjang tubuh dan kematangan gonad dianalisis untuk mengetahui kecenderungan peningkatan kematangan seiring bertambahnya panjang ikan, dengan L₅₀ sebagai ukuran saat 50% individu matang. Apabila tangkapan didominasi ikan di bawah L₅₀ dan belum matang gonad, kondisi tersebut menjadi indikasi tekanan pemanfaatan; sebaliknya, dominasi individu matang menunjukkan pemanfaatan yang lebih mendukung keberlanjutan. Tabel 2.1 “Penelitian Relevan” dalam penelitian ini merangkum delapan studi terdahulu yang mencakup biologi reproduksi, pertumbuhan, mortalitas, hubungan panjang-berat, struktur populasi, dan metode penilaian stok ikan tembang maupun perikanan data-terbatas, sedangkan bagian kerangka pemikiran disajikan sebagai uraian konseptual tanpa caption gambar eksplisit.

3. METODE PENELITIAN

Waktu, Lokasi, dan Desain Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama empat bulan, yaitu Agustus hingga November 2025, di Perairan Kwandang, Kabupaten Gorontalo Utara, Provinsi Gorontalo. Wilayah ini merupakan salah satu daerah penangkapan utama ikan pelagis kecil di Teluk Tomini, khususnya ikan tembang (*Sardinella fimbriata*), yang memiliki nilai ekologis dan ekonomis penting bagi masyarakat pesisir. Aktivitas pendaratan hasil tangkapan nelayan dilakukan di Tempat Pendaratan Ikan (TPI) Kwandang sehingga lokasi tersebut dipilih sebagai pusat pengambilan sampel karena merepresentasikan hasil tangkapan komersial aktual di wilayah

penelitian. Ikan tembang diketahui hidup bergerombol di perairan pantai dan umum dipasarkan dalam bentuk segar maupun olahan, sehingga intensitas pemanfaatannya relatif tinggi pada kawasan pesisir tropis (FishBase, 2026).

Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif-kuantitatif untuk menganalisis struktur ukuran dan tingkat kematangan gonad ikan tembang sebagai indikator pemanfaatan sumber daya di Perairan Kwandang. Pendekatan ini dipilih karena penelitian berfokus pada pengukuran parameter biologis, meliputi panjang total, distribusi frekuensi ukuran, proporsi kematangan gonad, dan estimasi ukuran pertama matang gonad atau L_{50} . Pendekatan berbasis panjang dinilai sesuai untuk perikanan data-terbatas karena komposisi panjang lebih mudah dikumpulkan dibandingkan data biomassa atau umur populasi secara lengkap (Cao et al., 2021; Jac et al., 2023). Dalam *fisheries data-limited*, indikator berbasis panjang dan parameter sejarah hidup dapat digunakan sebagai proksi status sumber daya ketika data stok tidak tersedia secara menyeluruh (Carruthers et al., 2021; Rudd & Thorson, 2022).

Jenis Data, Populasi, dan Sampel

Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder yang saling melengkapi untuk mendukung analisis struktur ukuran, tingkat kematangan gonad, dan pemanfaatan sumber daya ikan tembang. Data primer diperoleh langsung dari sampel ikan tembang hasil tangkapan nelayan di Perairan Kwandang. Parameter utama yang diamati meliputi panjang total ikan dan tingkat kematangan gonad setiap individu. Panjang total diukur menggunakan papan ukur standar dengan ketelitian 0,1 cm, dimulai dari ujung anterior mulut hingga ujung posterior sirip ekor dalam posisi sirip dirapatkan secara alami. Pengukuran panjang digunakan untuk menyusun distribusi frekuensi ukuran, menggambarkan struktur ukuran populasi, menganalisis hubungan ukuran tubuh dengan kematangan gonad, dan mengestimasi ukuran pertama matang gonad melalui regresi logistik.

Pengamatan tingkat kematangan gonad dilakukan secara makroskopis melalui pembedahan dengan memperhatikan ukuran relatif gonad terhadap rongga tubuh, warna, tekstur, dan perkembangan jaringan reproduktif. Pendekatan makroskopis dipilih karena penelitian kematangan gonad pada ikan umumnya memerlukan jumlah sampel besar yang harus diproses secara cepat, sehingga metode ini lebih praktis diterapkan pada survei lapangan dibandingkan validasi histologis yang lebih mahal dan memerlukan waktu lebih lama (Ganga, 2023). Walaupun pendekatan histologis memiliki tingkat akurasi lebih tinggi, metode makroskopis tetap umum digunakan dalam penelitian reproduksi ikan pelagis kecil dengan jumlah sampel besar.

Data sekunder diperoleh dari Dinas Kelautan dan Perikanan, Badan Pusat Statistik, laporan tahunan perikanan daerah, jurnal ilmiah, buku, dan laporan penelitian terdahulu. Data statistik sekunder meliputi produksi tangkapan ikan tembang, jumlah dan jenis alat tangkap, serta tren aktivitas penangkapan di Perairan Kwandang untuk memahami tekanan pemanfaatan sumber daya. Literatur ilmiah digunakan sebagai dasar metode identifikasi biologis, teknik estimasi L_{50} , dan perbandingan kondisi populasi ikan tembang di wilayah lain, termasuk studi di Pulau Rote dan Malampaya Sound yang menggunakan lebih dari seribu sampel untuk analisis pertumbuhan, mortalitas, reproduksi, dan eksploitasi (Ginzel et al., 2022; Vicente & Palla, 2024; Vicente & Palla, 2025).

Populasi penelitian adalah seluruh ikan tembang yang tertangkap di Perairan Kwandang selama periode penelitian. Populasi target dibatasi pada individu yang didaratkan di lokasi pendaratan ikan agar data mencerminkan kondisi hasil tangkapan komersial aktual. Sampel penelitian berupa sebagian individu ikan tembang hasil tangkapan nelayan selama periode penelitian dengan jumlah total 1.560 ekor. Jumlah tersebut dinilai memadai untuk analisis distribusi panjang dan estimasi ukuran pertama matang gonad karena ukuran sampel besar dapat meningkatkan presisi estimasi parameter biologis populasi. Pengumpulan data frekuensi panjang secara berkala juga direkomendasikan dalam analisis stok berbasis panjang karena memungkinkan evaluasi dinamika populasi yang lebih representatif (FAO, 2002).

Pengambilan Sampel dan Teknik Pengumpulan Data

Pengambilan sampel dilakukan menggunakan metode acak sederhana terhadap hasil tangkapan nelayan yang didaratkan di TPI Kwandang setiap minggu selama periode penelitian. Pendekatan sampling berkala dipilih agar variasi temporal ukuran dan reproduksi ikan dapat terwakili secara lebih baik, sebagaimana diterapkan pada studi reproduksi *Sardinella fimbriata* di Malampaya Sound yang menggunakan desain sampling bulanan untuk menganalisis variasi reproduksi ikan pelagis kecil (Vicente & Palla, 2025). Nelayan yang terlibat umumnya menggunakan alat tangkap pelagis seperti pukat cincin (*purse seine*) dan jaring insang (*gill net*), yang merupakan alat tangkap umum untuk ikan pelagis kecil di wilayah pesisir.

Setiap individu ikan yang dijadikan sampel diukur panjang totalnya menggunakan papan ukur berketelitian 0,1 cm. Setelah pengukuran morfometrik dilakukan, ikan dibedah pada bagian ventral untuk mengamati kondisi gonad secara makroskopis. Penentuan status kematangan gonad dilakukan berdasarkan ukuran, warna, tekstur, bentuk, dan tingkat perkembangan gonad, kemudian setiap individu dikelompokkan ke dalam kategori matang dan belum matang gonad. Penggunaan kategori biner tersebut dipilih untuk memudahkan

pengolahan data regresi logistik dan mempercepat proses pengamatan pada jumlah sampel besar.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung, dokumentasi lapangan, dan studi pustaka. Observasi langsung dilakukan secara terstruktur pada lokasi pendaratan ikan dengan kegiatan pengukuran panjang total, pembedahan, dan pengamatan gonad. Dokumentasi dilakukan dengan mencatat seluruh hasil pengukuran, jumlah sampel, dan kategori kematangan gonad pada lembar data penelitian serta mendokumentasikan kondisi sampel menggunakan kamera digital. Dokumentasi diperlukan agar data dapat ditelusuri kembali dan mendukung validitas hasil pengamatan lapangan. Studi pustaka dilakukan untuk memperoleh informasi pendukung mengenai struktur ukuran, reproduksi ikan, dan pendekatan penilaian stok berbasis panjang pada perikanan data-terbatas.

Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan secara deskriptif-kuantitatif untuk menggambarkan struktur ukuran dan kematangan gonad ikan tembang sebagai indikator pemanfaatan sumber daya di Perairan Kwandang. Analisis struktur ukuran dilakukan dengan mengelompokkan panjang total ikan ke dalam kelas-kelas panjang berdasarkan rentang ukuran minimum dan maksimum yang diperoleh selama penelitian. Distribusi frekuensi panjang disajikan dalam bentuk tabel dan histogram untuk menunjukkan pola sebaran ukuran populasi, kelas ukuran dominan, dan kecenderungan dominasi individu kecil atau besar. Data frekuensi panjang merupakan dasar penting dalam penilaian stok berbasis panjang karena dapat digunakan untuk mengevaluasi kondisi eksploitasi dan pertumbuhan populasi (FAO, 2002; Jac et al., 2023).

Analisis tingkat kematangan gonad dilakukan dengan menghitung proporsi individu matang dan belum matang berdasarkan hasil pengamatan morfologis. Proporsi tersebut kemudian disajikan secara deskriptif-kuantitatif untuk menggambarkan kondisi reproduksi populasi ikan tembang yang tertangkap. Dominasi individu belum matang gonad diinterpretasikan sebagai indikasi bahwa sebagian besar ikan tertangkap sebelum mencapai fase reproduktif, sehingga berpotensi mengganggu regenerasi stok.

Hubungan struktur ukuran dan kematangan gonad dianalisis dengan mengelompokkan panjang total ke dalam kelas interval tertentu, kemudian menghitung proporsi individu matang pada setiap kelas panjang. Proporsi tersebut diplot terhadap nilai tengah kelas panjang untuk membentuk kurva sigmoid atau *logistic ogive* yang menunjukkan peningkatan probabilitas kematangan seiring bertambahnya ukuran tubuh. Estimasi ukuran pertama matang gonad atau L_{50} dilakukan menggunakan regresi logistik karena variabel respons bersifat biner, yaitu belum

matang gonad dan matang gonad. Individu belum matang diberi kode 0, sedangkan individu matang diberi kode 1. Pendekatan *logistic ogive* dengan struktur galat binomial umum digunakan dalam estimasi panjang matang pertama dari data kematangan biner (Smart, 2026). Estimasi L_{50} juga dapat dilakukan menggunakan *generalized linear model* atau *logistic regression* berbasis proporsi matang per kelas panjang untuk memperoleh probabilitas kematangan reproduktif berdasarkan ukuran tubuh (Kim et al., 2024).

Nilai L_{50} digunakan untuk mengevaluasi apakah ikan yang tertangkap telah mencapai ukuran reproduktif. Jika sebagian besar ikan berada di bawah ukuran tersebut, maka ikan belum memiliki kesempatan memijah sebelum tertangkap. Pendekatan berbasis panjang seperti *length-based indicators*, LBSPR, dan LBB dinilai efektif untuk *fisheries data-limited* karena hanya membutuhkan komposisi panjang dan parameter sejarah hidup, termasuk L_c , L_{mat} , L_{∞} , dan L_{opt} (Jac et al., 2023). Selain itu, metode *length-based* juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi indikasi *growth overfishing* melalui perbandingan ukuran tangkap dan ukuran optimum biologis (Cao et al., 2021). Oleh karena itu, penelitian ini mengintegrasikan struktur ukuran, tingkat kematangan gonad, dan estimasi L_{50} untuk menilai kondisi pemanfaatan ikan tembang secara biologis di Perairan Kwandang.

Prosedur Kerja, Penyajian Data, serta Alat dan Bahan

Prosedur penelitian diawali dengan persiapan lapangan yang mencakup penentuan lokasi sampling, koordinasi dengan nelayan dan pengelola TPI Kwandang, serta penyiapan alat pengukuran dan pembedahan. Peralatan yang digunakan meliputi papan ukur berketelitian 0,1 cm, *cool box* berisi es, pisau bedah, gunting, pinset, sarung tangan, kamera, komputer, dan lembar pencatatan data. Bahan utama penelitian berupa sampel ikan tembang, es batu, dan air bersih untuk menjaga kondisi sampel selama proses pengamatan.

Tabel 1. Alat dan Bahan Penelitian.

Alat/Bahan	Fungsi
Papan ukur (<i>measuring board</i>) / Penggaris dengan ketelitian 0,1 cm	untuk mengukur panjang total ikan secara presisi.
Pisau bedah (<i>scalpel</i>) dan gunting bedah	Untuk membuka rongga perut dan mengambil organ gonad secara hati-hati.
<i>Cool box</i>	untuk menjaga kesegaran sampel selama proses transportasi dari lokasi pendaratan ke tempat pengamatan

Nampan atau baki preparasi	sebagai media penempatan ikan saat pengukuran dan pembedahan
Alat tulis dan lembar pencatatan data	untuk mencatat hasil pengukuran dan klasifikasi tingkat kematangan gonad secara sistematis
Kamera digital atau telepon genggam (HP)	untuk mendokumentasikan kondisi morfologi ikan dan karakteristik gonad sebagai data pendukung visual serta arsip penelitian
Wadah penyimpanan gonad/Piring	untuk menampung organ gonad yang telah dikeluarkan dari rongga tubuh sebelum dilakukan pengamatan lebih lanjut atau dokumentasi.
Perangkat komputer atau laptop	digunakan untuk pengolahan statistik dan pemodelan regresi logistik dalam estimasi L_{50}
Sampel ikan tembang (<i>Sardinella fimbriata</i>)	objek utama penelitian yang dianalisis struktur ukuran dan tingkat kematangan gonadnya.
Es batu	sebagai media pendingin untuk menjaga stabilitas kondisi fisiologis ikan selama pengamatan dilakukan
Air bersih	untuk membersihkan permukaan tubuh ikan sebelum dilakukan pengukuran dan pembedahan.

Pengambilan sampel dilakukan setiap minggu bekerja sama dengan nelayan setempat. Sampel yang diperoleh disimpan dalam *cool box* berisi es untuk menjaga kondisi fisiologis dan mencegah degradasi jaringan sebelum dilakukan pengamatan. Pengukuran morfometrik dilakukan setelah sampel dibersihkan dari lendir dan kotoran berlebih. Pengamatan gonad dilakukan melalui pembedahan bagian ventral untuk membuka rongga tubuh dan mengamati gonad berdasarkan ukuran relatif, warna, tekstur, kekenyalan, dan perkembangan jaringan reproduktif.

Data hasil penelitian disajikan dalam tabel distribusi frekuensi panjang yang memuat kelas interval panjang, frekuensi absolut, frekuensi relatif, dan frekuensi kumulatif dari ukuran terkecil hingga terbesar. Data kematangan gonad disajikan dalam tabel proporsi individu matang dan belum matang, serta tabel silang yang menunjukkan proporsi individu matang pada setiap kelas panjang. Selain tabel, visualisasi data juga disajikan dalam bentuk histogram distribusi panjang dan kurva sigmoid hasil regresi logistik untuk menggambarkan hubungan antara ukuran tubuh dan probabilitas kematangan gonad.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Hasil Penelitian

Hasil analisis struktur ukuran, tingkat kematangan gonad, hubungan panjang tubuh dengan kematangan gonad, serta evaluasi status pemanfaatan ikan tembang (*Sardinella fimbriata*) di Perairan Kwandang. Penelitian dilakukan terhadap 1.560 ekor ikan tembang yang diperoleh dari hasil tangkapan nelayan selama periode Agustus hingga November 2025. Seluruh sampel diukur panjang totalnya menggunakan papan ukur dengan ketelitian 0,1 cm, dimulai dari ujung anterior mulut hingga ujung posterior sirip ekor. Pengelompokan panjang total dilakukan ke dalam kelas interval 1,0 cm untuk menggambarkan distribusi ukuran populasi dan mengevaluasi hubungan ukuran tubuh dengan status kematangan gonad.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa struktur ukuran hasil tangkapan didominasi oleh kelompok ikan berukuran sedang, sedangkan proporsi ikan matang gonad relatif rendah dibandingkan individu belum matang. Analisis regresi logistik menghasilkan estimasi ukuran pertama kali matang gonad atau L_{50} sebesar 16,72 cm. Temuan ini menunjukkan bahwa sebagian besar ikan yang tertangkap masih berada pada ukuran di bawah fase reproduktif. Pendekatan berbasis panjang seperti distribusi frekuensi panjang dan *logistic maturity ogive* banyak digunakan dalam *fisheries data-limited* untuk memahami status stok dan tekanan eksploitasi populasi ikan pelagis kecil (Medeiros-Leal et al., 2023; Kell et al., 2022). Penelitian reproduksi *Sardinella fimbriata* di Malampaya Sound juga menekankan pentingnya pelaporan jumlah sampel, periode sampling, status gonad, dan ukuran matang pertama dalam evaluasi sumber daya perikanan pelagis kecil (Vicente & Palla, 2025).

Struktur Ukuran Populasi Ikan Tembang

Hasil pengukuran panjang total menunjukkan bahwa ikan tembang yang tertangkap di Perairan Kwandang memiliki kisaran ukuran antara 8,0 cm hingga 19,9 cm. Kisaran tersebut menunjukkan keberadaan berbagai kelompok ukuran, mulai dari individu kecil hingga individu dewasa. Dari total 1.560 sampel yang dianalisis, distribusi ukuran tidak tersebar merata, melainkan terkonsentrasi pada kelompok panjang 12,0–15,9 cm. Kelompok ukuran tersebut berjumlah 1.177 ekor atau 75,45% dari total sampel, sehingga menunjukkan dominasi ikan berukuran sedang dalam hasil tangkapan nelayan.

Kelas panjang dengan frekuensi tertinggi ditemukan pada interval 15,0–15,9 cm sebanyak 365 ekor atau 23,40% dari total sampel. Frekuensi tinggi juga ditemukan pada kelas 13,0–13,9 cm sebanyak 288 ekor atau 18,46%, kelas 14,0–14,9 cm sebanyak 285 ekor atau 18,27%, dan kelas 12,0–12,9 cm sebanyak 239 ekor atau 15,32%. Sebaliknya, kelompok ukuran kecil 8,0–10,9 cm hanya berjumlah 83 ekor atau 5,32%, terdiri atas 4 ekor pada kelas

8,0–8,9 cm, 22 ekor pada kelas 9,0–9,9 cm, dan 57 ekor pada kelas 10,0–10,9 cm. Kelompok ukuran besar $\geq 16,0$ cm juga relatif sedikit, yaitu 107 ekor atau 6,85% dari total sampel.

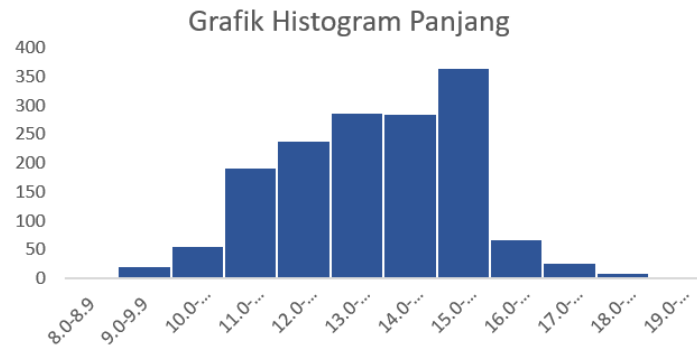
Distribusi frekuensi panjang membentuk pola unimodal dengan puncak distribusi berada pada kelas 15,0–15,9 cm. Setelah kelas tersebut, frekuensi menurun secara tajam pada kelompok ukuran 16,0–19,9 cm. Pola unimodal ini menunjukkan bahwa sebagian besar hasil tangkapan berasal dari satu kelompok ukuran dominan yang kemungkinan mewakili kohort utama dalam populasi. Distribusi panjang yang terkonsentrasi pada ukuran tertentu umum ditemukan pada ikan pelagis kecil dan efektif digunakan untuk menggambarkan struktur populasi dalam *fisheries data-limited* (Ginzel et al., 2022). Penelitian *Sardinella fimbriata* di Pulau Rote juga menunjukkan bahwa distribusi panjang merupakan indikator penting dalam memahami dinamika populasi dan eksploitasi ikan pelagis kecil (Ginzel et al., 2022).

Tabel 2 menyajikan distribusi frekuensi panjang ikan tembang berdasarkan kelas panjang, titik tengah, frekuensi absolut, frekuensi relatif, dan frekuensi kumulatif.

Table 2. Distribution of Total Length Frequency of *Sardinella fimbriata* in Kwandang Waters.

Kelas Panjang (cm)	Titik Tengah	Frekuensi	Frekuensi Relatif (%)	Frekuensi Kumulatif
8.0–8.9	8.45	4	0.26	4
9.0–9.9	9.45	22	1.41	26
10.0–10.9	10.45	57	3.65	83
11.0–11.9	11.45	193	12.37	276
12.0–12.9	12.45	239	15.32	515
13.0–13.9	13.45	288	18.46	803
14.0–14.9	14.45	285	18.27	1088
15.0–15.9	15.45	365	23.40	1453
16.0–16.9	16.45	68	4.36	1521
17.0–17.9	17.45	28	1.79	1549
18.0–18.9	18.45	10	0.64	1559
19.0–19.9	19.45	1	0.06	1560
Total		1560	100.00	

Ukuran rata-rata tangkapan pada penelitian ini cenderung lebih besar dibandingkan hasil penelitian ikan tembang di Takalar yang melaporkan panjang total 10–14,5 cm dengan rata-rata $12,029 \pm 0,926$ cm (Putri et al., 2025). Namun demikian, struktur ukuran yang masih didominasi kelompok sedang menunjukkan bahwa tekanan penangkapan terhadap individu pra-dewasa masih cukup tinggi. Kurniawan et al. (2023) juga melaporkan bahwa ikan tembang hasil tangkapan mini *purse seine* di Muara Angke umumnya berada pada kisaran panjang 120–160 mm dengan pola pertumbuhan alometrik negatif, sehingga struktur ukuran dapat menjadi indikator penting dalam mengevaluasi kondisi pemanfaatan stok.



Gambar 1. Histogram distribusi frekuensi panjang ikan tembang (*Sardinella fimbriata*) di Perairan Kwandang.

Tingkat Kematangan Gonad Ikan Tembang

Pengamatan tingkat kematangan gonad dilakukan secara makroskopis melalui pembedahan langsung terhadap seluruh sampel ikan tembang. Klasifikasi kematangan gonad dibedakan menjadi dua kategori utama, yaitu belum matang gonad dan matang gonad. Penentuan kategori dilakukan berdasarkan ukuran relatif gonad terhadap rongga tubuh, warna, tekstur, dan perkembangan jaringan reproduktif yang diamati secara visual. Pendekatan makroskopis umum digunakan pada penelitian reproduksi ikan pelagis kecil karena memungkinkan pengamatan cepat pada jumlah sampel besar (Vicente & Palla, 2025).

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa dari total 1.560 ekor ikan tembang yang dianalisis, sebanyak 1.425 ekor atau 91,35% tergolong belum matang gonad. Sebaliknya, ikan yang tergolong matang gonad hanya berjumlah 135 ekor atau 8,65% dari total sampel. Komposisi tersebut menunjukkan bahwa hasil tangkapan di Perairan Kwandang sangat didominasi oleh individu yang belum mencapai fase reproduktif.

Dominasi ikan belum matang gonad menunjukkan bahwa sebagian besar ikan tertangkap sebelum sempat berkontribusi terhadap proses pemijahan. Kondisi tersebut dapat mengurangi peluang regenerasi stok dan memengaruhi keberlanjutan populasi dalam jangka panjang. Proporsi matang gonad yang rendah juga menunjukkan bahwa tekanan penangkapan kemungkinan lebih tinggi pada kelompok ukuran yang belum mencapai ukuran matang reproduktif. Pada perikanan pelagis kecil, keberhasilan rekrutmen populasi sangat dipengaruhi oleh kemampuan individu dewasa untuk berpartisipasi dalam pemijahan secara berkelanjutan.

Penelitian reproduksi *Sardinella fimbriata* di Malampaya Sound menunjukkan bahwa spesies ini dapat memijah sepanjang tahun dengan ukuran matang minimum sekitar 11,0 cm untuk jantan dan 11,1 cm untuk betina (Vicente & Palla, 2025). Selain itu, estimasi panjang matang pertama pada populasi tersebut dilaporkan sebesar 11,4 cm untuk jantan dan 8,8 cm untuk betina (Vicente & Palla, 2025). Perbedaan dengan hasil penelitian di Perairan Kwandang

mengindikasikan kemungkinan adanya variasi geografis, tekanan eksploitasi, atau perbedaan kondisi lingkungan yang memengaruhi pola reproduksi populasi ikan tembang.

Tabel 3 menyajikan distribusi tingkat kematangan gonad ikan tembang berdasarkan kategori matang dan belum matang gonad.

Table 3. Distribution of Gonad Maturity Level of *Sardinella fimbriata*.

Kategori Kematangan Gonad	Jumlah (ekor)	Persentase (%)
Belum matang	1425	91.35
Matang	135	8.65
Total	1560	100.00

Hasil tersebut memperlihatkan bahwa lebih dari 90% individu yang tertangkap belum mencapai fase reproduktif. Dalam konteks pengelolaan sumber daya perikanan, dominasi individu belum matang sering dikaitkan dengan tekanan penangkapan yang tinggi terhadap kelompok umur muda, yang berpotensi mengarah pada *growth overfishing* dan penurunan kapasitas reproduksi populasi.

Hubungan Struktur Ukuran dengan Tingkat Kematangan Gonad

Analisis hubungan antara struktur ukuran dan tingkat kematangan gonad menunjukkan adanya pola peningkatan probabilitas matang gonad seiring bertambahnya ukuran tubuh ikan. Pada kelas panjang 8,0–12,9 cm, proporsi ikan matang masih sebesar 0,00%, yang menunjukkan bahwa seluruh individu pada kelompok ukuran tersebut belum mencapai fase reproduktif. Proporsi matang mulai muncul pada kelas panjang 13,0–13,9 cm sebesar 0,69%, kemudian meningkat pada kelas 14,0–14,9 cm sebesar 8,42% dan kelas 15,0–15,9 cm sebesar 15,62%.

Peningkatan proporsi matang gonad menjadi lebih jelas pada ukuran tubuh yang lebih besar. Pada kelas panjang 16,0–16,9 cm, proporsi individu matang mencapai 44,12%, sedangkan pada kelas 17,0–17,9 cm proporsi matang meningkat menjadi 57,14%, yang menunjukkan bahwa lebih dari setengah individu pada kelas ukuran tersebut telah mencapai kematangan reproduktif. Proporsi matang tertinggi ditemukan pada kelas 18,0–18,9 cm sebesar 60,00%. Pada kelas 19,0–19,9 cm, proporsi matang tercatat 0,00% karena hanya terdapat satu individu dan tidak tergolong matang gonad.

Hubungan positif antara panjang tubuh dan kematangan gonad menunjukkan bahwa individu berukuran lebih besar memiliki peluang lebih tinggi untuk mencapai fase reproduktif. Sebaliknya, ikan berukuran kecil didominasi individu belum matang gonad. Pola tersebut membentuk kurva sigmoid atau *maturity ogive* yang menggambarkan peningkatan probabilitas

matang gonad secara bertahap terhadap penambahan ukuran tubuh. Pendekatan *logistic regression* dengan variabel kematangan biner immature = 0 dan mature = 1 umum digunakan dalam estimasi L_{50} pada penelitian reproduksi ikan (Magallanes, 2026).

Statistik panjang total menunjukkan bahwa rata-rata panjang seluruh ikan yang diamati adalah 13,63 cm dengan standar deviasi 1,78 cm. Panjang minimum tercatat sebesar 8,5 cm dan panjang maksimum sebesar 19,0 cm. Nilai kuartil pertama sebesar 12,4 cm, median 13,7 cm, dan kuartil ketiga 15,0 cm. Ikan yang tergolong belum matang gonad memiliki rata-rata panjang 13,43 cm dengan standar deviasi 1,69 cm, sedangkan ikan matang gonad memiliki rata-rata panjang lebih tinggi, yaitu 15,85 cm dengan standar deviasi 1,03 cm.

Perbedaan rata-rata panjang antara kelompok matang dan belum matang menunjukkan bahwa ukuran tubuh berperan penting dalam perkembangan reproduktif ikan tembang. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian reproduksi dan dinamika populasi *Sardinella fimbriata* yang menunjukkan bahwa parameter ukuran tubuh dapat digunakan sebagai indikator status reproduksi dan eksploitasi stok (Vicente & Palla, 2024; Vicente & Palla, 2025).

Tabel 4 menyajikan proporsi matang gonad berdasarkan kelas panjang ikan tembang.

Table 4. Proportion of Mature Gonads by Length Class.

Kelas Panjang (cm)	Titik Tengah	Frekuensi Total	Frekuensi Matang	Proporsi Matang (%)
8.0–8.9	8.45	4	0	0.00
9.0–9.9	9.45	22	0	0.00
10.0–10.9	10.45	57	0	0.00
11.0–11.9	11.45	193	0	0.00
12.0–12.9	12.45	239	0	0.00
13.0–13.9	13.45	288	2	0.69
14.0–14.9	14.45	285	24	8.42
15.0–15.9	15.45	365	57	15.62
16.0–16.9	16.45	68	30	44.12
17.0–17.9	17.45	28	16	57.14
18.0–18.9	18.45	10	6	60.00
19.0–19.9	19.45	1	0	0.00

Gambar1. Relationship Curve between Total Length and Gonad Maturity Probability of

Sardinella fimbriata.

Kurva sigmoid pada Gambar 1 menunjukkan peningkatan probabilitas matang gonad yang berlangsung secara gradual pada ukuran kecil hingga sedang, kemudian meningkat lebih tajam pada ukuran tubuh yang lebih besar. Pola tersebut menegaskan bahwa ukuran tubuh merupakan faktor utama yang menentukan kesiapan reproduksi ikan tembang di Perairan Kwandang.

Evaluasi Status Pemanfaatan Sumber Daya

Evaluasi status pemanfaatan sumber daya ikan tembang dilakukan dengan mengintegrasikan indikator biologis berupa struktur ukuran hasil tangkapan dan tingkat kematangan gonad. Hasil analisis menunjukkan bahwa struktur ukuran hasil tangkapan didominasi kelompok panjang 12,0–15,9 cm sebanyak 1.177 ekor atau 75,45% dari total sampel. Sementara itu, hasil regresi logistik menghasilkan nilai ukuran pertama matang gonad atau L_{50} sebesar 16,72 cm.

Perbandingan antara distribusi ukuran tangkapan dan nilai L_{50} menunjukkan bahwa sebagian besar ikan yang tertangkap masih berada di bawah ukuran pertama matang gonad. Nilai panjang rata-rata tangkapan atau L_c sebesar 13,56 cm menghasilkan rasio L_c/L_{50} sebesar 0,81. Rasio tersebut berada di bawah nilai 1, sehingga menunjukkan bahwa ikan yang tertangkap cenderung lebih kecil dibandingkan ukuran reproduktif optimum. Dalam indikator berbasis panjang, rasio $L_c/L_{50} > 1$ digunakan sebagai indikator perlindungan terhadap individu belum matang, sedangkan nilai di bawah 1 mengindikasikan tekanan penangkapan terhadap ikan *pra-reproduktif* (Kell et al., 2022).

Regresi logistik menghasilkan parameter model $a = -20,195$ dan $b = 1,208$ dengan estimasi L_{25} sebesar 15,81 cm, L_{50} sebesar 16,72 cm, dan L_{75} sebesar 17,63 cm. Standard error estimasi L_{50} sebesar 0,14 cm dengan *confidence interval* 95% berada pada kisaran 16,45–16,99 cm. Nilai slope parameter sebesar 1,21 menunjukkan peningkatan probabilitas kematangan yang cukup tajam pada rentang ukuran transisi, sedangkan nilai Nagelkerke R^2 sebesar 0,372 menunjukkan bahwa panjang tubuh memiliki pengaruh moderat terhadap probabilitas kematangan gonad.

Tabel 5 menyajikan parameter estimasi L_{50} hasil regresi logistik.

Table 5. Logistic Regression Parameters for L_{50} Estimation.

Parameter	Nilai
L_{25}	15.81 cm
L_{50}	16.72 cm
L_{75}	17.63 cm
Standard Error	0.14 cm
95% Confidence Interval	16.45–16.99 cm
Slope Parameter	1.21
Nagelkerke R^2	0.372

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa proporsi matang gonad hanya mencapai 8,65%, sedangkan dominasi ukuran 12,0–15,9 cm mencapai 75,45% dari total tangkapan. Kondisi tersebut memperkuat indikasi bahwa hasil tangkapan didominasi individu yang belum mencapai ukuran reproduktif. Dalam *fisheries data-limited*, indikator berbasis panjang seperti L_c , L_{50} , L_{mean} , dan L_{BSPR} digunakan untuk memahami status stok dan konservasi ikan matang reproduktif (Medeiros-Leal et al., 2023). Penelitian di Sulawesi Selatan menggunakan pendekatan L_{BSPR} juga menunjukkan bahwa nilai SPR rendah berkaitan dengan penangkapan ikan sebelum mencapai ukuran matang gonad (Satria et al., 2023).

Penelitian ini menunjukkan adanya indikasi *growth overfishing* pada populasi ikan tembang di Perairan Kwandang. *Growth overfishing* terjadi ketika individu tertangkap sebelum mencapai ukuran optimum biologis, sehingga potensi pertumbuhan biomassa dan kontribusi reproduktif belum maksimal. Temuan ini sejalan dengan berbagai penelitian *length-based* pada stok pelagis kecil yang menunjukkan bahwa rasio ukuran tangkap terhadap ukuran optimum dapat digunakan sebagai indikator awal tekanan eksploitasi (Baldé et al., 2022; Medeiros-Leal et al., 2023).

Tabel 6 menyajikan indikator utama status pemanfaatan sumber daya ikan tembang di Perairan Kwandang.

Table 6. Indicators of Resource Utilization Status of *Sardinella fimbriata*.

Indikator	Nilai
Lc	13.56 cm
L ₅₀	16.72 cm
Rasio Lc/L ₅₀	0.81
Proporsi matang gonad	8.65%
Dominasi ukuran 12.0–15.9 cm	1177 ekor (75.45%)

Berdasarkan hasil tersebut, pengelolaan sumber daya ikan tembang di Perairan Kwandang perlu diarahkan pada penerapan ukuran tangkap minimum yang lebih selektif. Dengan nilai L₅₀ sebesar 16,72 cm, ikan tembang sebaiknya diberi kesempatan tumbuh hingga melewati ukuran matang pertama sebelum tertangkap. Pendekatan tersebut penting untuk menjaga keberlanjutan reproduksi populasi dan mendukung stabilitas stok ikan pelagis kecil di kawasan Teluk Tomini.

Struktur ukuran ikan tembang (*Sardinella fimbriata*) di Perairan Kwandang menunjukkan pola distribusi panjang yang didominasi oleh kelompok ukuran sedang dengan kisaran total panjang 8,0–19,9 cm. Dari total 1.560 ekor sampel yang dianalisis, sebanyak 1.177 ekor atau 75,45% terkonsentrasi pada kelompok panjang 12,0–15,9 cm, sedangkan frekuensi tertinggi ditemukan pada kelas panjang 15,0–15,9 cm sebesar 23,40%. Dominasi ukuran sedang tersebut memperlihatkan bahwa sebagian besar ikan yang tertangkap masih berada pada fase pertumbuhan aktif dan belum sepenuhnya mencapai ukuran reproduktif optimal. Distribusi panjang yang membentuk pola unimodal juga menunjukkan bahwa hasil tangkapan kemungkinan didominasi satu kohort utama yang tereksploitasi secara intensif.

Pola struktur ukuran seperti ini umum ditemukan pada perikanan pelagis kecil tropis yang mengalami tekanan eksploitasi tinggi. Ikan pelagis kecil memiliki pertumbuhan cepat, umur relatif pendek, dan dinamika populasi yang sangat responsif terhadap perubahan lingkungan maupun tekanan penangkapan (Peck et al., 2021). Karena siklus hidupnya cepat, perubahan kecil pada tekanan penangkapan dapat segera memengaruhi struktur ukuran populasi dan komposisi umur dalam stok. Dominasi ukuran sedang dan rendahnya proporsi individu besar dalam penelitian ini mengindikasikan bahwa sebagian besar ikan tertangkap sebelum mencapai ukuran maksimum biologis.

Kondisi tersebut juga tercermin dari rendahnya jumlah ikan berukuran $\geq 16,0$ cm yang hanya mencapai 107 ekor atau 6,85% dari total sampel. Jumlah individu besar yang relatif sedikit dapat menunjukkan tingginya mortalitas penangkapan terhadap ikan yang berhasil tumbuh mendekati ukuran dewasa. Studi pada *Sardinella fimbriata* di Pulau Rote menunjukkan bahwa populasi dengan tekanan eksploitasi tinggi memiliki nilai panjang tangkap (L_c) yang relatif rendah dibandingkan ukuran pertumbuhan optimum, sehingga stok mendekati kondisi *overexploitation* (Ginzel et al., 2022). Dalam penelitian tersebut, nilai L_c sebesar 96,98 mm dan tingkat eksploitasi $E = 0,40$ telah dianggap mendekati batas eksploitasi optimum meskipun belum melampaui nilai 0,5.

Struktur ukuran pada penelitian ini juga memperlihatkan bahwa kelas panjang dominan masih berada di bawah nilai L_{50} sebesar 16,72 cm. Hal ini berarti sebagian besar ikan yang tertangkap belum mencapai ukuran ketika sekitar 50% populasi diperkirakan matang gonad. Ketidakesesuaian antara ukuran tangkapan dominan dan ukuran matang gonad pertama merupakan indikator penting dalam evaluasi keberlanjutan perikanan. Canary Islands Study (2025) menegaskan bahwa ketidakesesuaian antara minimum landing size dan L_{50} memungkinkan ikan tertangkap sebelum matang reproduktif, sehingga dapat meningkatkan risiko perubahan evolusioner akibat tekanan seleksi perikanan yang berlangsung terus-menerus.

Dominasi ikan di bawah ukuran matang reproduktif menunjukkan bahwa tekanan penangkapan di Perairan Kwandang cenderung terjadi pada kelompok ukuran pra-dewasa. Kondisi tersebut berpotensi mengurangi peluang ikan untuk berkontribusi terhadap pemijahan dan regenerasi stok. Pada perikanan pelagis kecil, keberhasilan rekrutmen sangat dipengaruhi oleh keberadaan individu dewasa yang mampu menghasilkan telur dan mempertahankan kestabilan populasi dari waktu ke waktu. Oleh karena itu, struktur ukuran populasi dalam penelitian ini menunjukkan perlunya pengaturan ukuran tangkap minimum agar ikan tembang memiliki kesempatan tumbuh dan bereproduksi sebelum tertangkap.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kematangan gonad ikan tembang di Perairan Kwandang sangat didominasi oleh individu belum matang gonad. Dari total 1.560 ekor sampel, sebanyak 1.425 ekor atau 91,35% tergolong belum matang, sedangkan ikan matang gonad hanya mencapai 135 ekor atau 8,65%. Komposisi tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar ikan yang tertangkap belum mencapai fase reproduktif dan belum memiliki kesempatan optimal untuk melakukan pemijahan.

Rendahnya proporsi ikan matang gonad memiliki implikasi penting terhadap keberlanjutan stok ikan tembang. Ikan pelagis kecil seperti *Sardinella fimbriata* sangat bergantung pada keberhasilan pemijahan untuk mempertahankan dinamika populasi karena spesies ini memiliki umur pendek dan siklus hidup cepat. Vicente & Palla, (2025) melaporkan bahwa *S. fimbriata* di Malampaya Sound memijah sepanjang tahun dengan puncak pemijahan pada bulan April dan nilai *gonadosomatic index* (GSI) tertinggi mencapai 7,62%. Penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa fekunditas spesies ini berkisar antara 2.700 hingga 36.067 telur per pemijahan. Dengan demikian, dominasi ikan belum matang dalam hasil tangkapan dapat mengurangi kontribusi individu dewasa terhadap produksi telur dan melemahkan rekrutmen populasi.

Komposisi kematangan gonad yang didominasi individu immature juga memperlihatkan bahwa tekanan penangkapan di wilayah penelitian kemungkinan lebih tinggi terhadap kelompok ukuran muda. Kondisi ini umum ditemukan pada perikanan pelagis kecil di kawasan pesisir yang menggunakan alat tangkap dengan selektivitas ukuran rendah. Penangkapan ikan sebelum matang gonad dapat mengurangi peluang reproduksi pertama dan menyebabkan penurunan produktivitas stok dalam jangka panjang.

Interpretasi terhadap proporsi kematangan gonad dalam penelitian ini perlu mempertimbangkan keterbatasan metode pengamatan makroskopis yang digunakan. Ganga (2023) menyatakan bahwa *staging gonad* secara makroskopis praktis diterapkan pada penelitian dengan jumlah sampel besar karena cepat dan relatif murah, tetapi validasi histologis memiliki tingkat akurasi lebih tinggi dalam menentukan status reproduktif ikan. Walaupun demikian, pendekatan makroskopis tetap banyak digunakan dalam penelitian *fisheries data-limited* karena memungkinkan pengamatan biologis terhadap ribuan sampel lapangan dalam waktu relatif singkat.

Proporsi ikan matang yang sangat rendah pada penelitian ini mengindikasikan bahwa kemampuan populasi untuk mempertahankan regenerasi alami dapat mengalami tekanan apabila pola penangkapan berlangsung secara terus-menerus. Dalam konteks perikanan tropis, kondisi tersebut dapat menjadi sinyal awal terjadinya *recruitment impairment* akibat berkurangnya jumlah individu dewasa yang berkontribusi pada pemijahan.

Hubungan antara struktur ukuran dan tingkat kematangan gonad pada penelitian ini menunjukkan pola sigmoid logistik yang menggambarkan peningkatan probabilitas matang gonad seiring bertambahnya panjang tubuh ikan. Nilai L_{50} sebesar 16,72 cm menunjukkan bahwa sekitar 50% populasi ikan tembang mencapai kematangan gonad pada ukuran tersebut.

Nilai ini diperoleh melalui regresi logistik dengan parameter model $a = -20,195$ dan $b = 1,208$ serta nilai Nagelkerke R^2 sebesar 0,372.

Pola sigmoid yang dihasilkan menunjukkan bahwa ikan berukuran kecil memiliki peluang sangat rendah untuk matang gonad, sedangkan peluang tersebut meningkat secara bertahap pada ukuran lebih besar. Pada kelas panjang 8,0–12,9 cm, proporsi matang masih 0,00%, kemudian mulai meningkat pada kelas 13,0–13,9 cm sebesar 0,69% dan terus meningkat hingga melewati 50% pada kelas 17,0–17,9 cm sebesar 57,14%. Rentang transisi reproduktif antara nilai L_{25} sebesar 15,81 cm dan L_{75} sebesar 17,63 cm menunjukkan fase kritis perkembangan reproduksi ikan tembang.

Hubungan positif antara ukuran tubuh dan kematangan gonad merupakan pola biologis umum pada ikan pelagis kecil. Otero & Hidalgo, (2023) menjelaskan bahwa karakteristik sejarah hidup seperti pertumbuhan cepat dan kematangan dini memengaruhi bagaimana ikan pelagis kecil merespons tekanan eksploitasi. Individu dengan ukuran tubuh lebih besar memiliki peluang lebih tinggi mencapai kematangan gonad karena akumulasi energi yang cukup untuk perkembangan jaringan reproduktif.

Nilai L_{50} sebesar 16,72 cm pada penelitian ini relatif lebih tinggi dibandingkan beberapa penelitian sebelumnya. Vicente & Palla, (2025) melaporkan nilai panjang matang pertama *Sardinella fimbriata* sebesar 11,4 cm pada jantan dan 8,8 cm pada betina di Malampaya Sound. Perbedaan tersebut dapat dipengaruhi oleh variasi geografis, kondisi lingkungan, intensitas penangkapan, serta perbedaan metodologi pengamatan reproduksi. Variasi ukuran matang gonad antar wilayah merupakan fenomena umum pada ikan pelagis kecil tropis karena spesies ini sangat sensitif terhadap perubahan kondisi oseanografi dan produktivitas perairan.

Rata-rata panjang ikan belum matang gonad sebesar 13,43 cm pada penelitian ini masih berada jauh di bawah nilai L_{50} . Sebaliknya, rata-rata panjang ikan matang gonad sebesar 15,85 cm berada mendekati rentang transisi reproduktif. Temuan tersebut memperkuat indikasi bahwa sebagian besar hasil tangkapan berasal dari kelompok ikan yang belum mencapai fase reproduktif optimal.

Estimasi L_{50} berbasis *logistic regression* dan *maturity ogive* memiliki peran penting dalam pengelolaan perikanan karena dapat digunakan sebagai dasar penentuan ukuran tangkap minimum. Kim et al. (2024) menunjukkan bahwa pendekatan GLM/*logistic regression* efektif digunakan untuk menentukan ukuran matang gonad dan mendukung strategi konservasi berbasis reproduksi. Dalam konteks penelitian ini, nilai L_{50} sebesar 16,72 cm dapat dijadikan acuan biologis untuk menentukan batas ukuran tangkap minimum agar ikan tembang memiliki kesempatan memijah sebelum tertangkap.

Integrasi antara struktur ukuran dan tingkat kematangan gonad menunjukkan bahwa pemanfaatan ikan tembang di Perairan Kwandang mengarah pada indikasi *growth overfishing*. Dominasi kelompok ukuran 12,0–15,9 cm sebanyak 75,45% dari total tangkapan memperlihatkan bahwa sebagian besar ikan masih berada di bawah ukuran matang gonad pertama. Kondisi tersebut diperkuat oleh proporsi ikan belum matang gonad yang mencapai 91,35%, sedangkan ikan matang hanya 8,65%.

Growth overfishing terjadi ketika ikan tertangkap sebelum mencapai ukuran optimum biologis sehingga potensi pertumbuhan biomassa dan kontribusi reproduktif belum maksimal. Dalam penelitian ini, indikasi *growth overfishing* juga tercermin dari rendahnya jumlah ikan berukuran $\geq 16,0$ cm yang hanya mencapai 6,85% dari total sampel. Kondisi serupa ditemukan pada beberapa stok ikan pelagis kecil di Senegal yang dikategorikan *heavily overfished* hingga *collapsed* berdasarkan indikator berbasis panjang dan biomassa (Baldé et al., 2022).

Pendekatan berbasis panjang semakin banyak digunakan dalam *fisheries data-poor* karena pengumpulan data panjang relatif lebih mudah dibandingkan data biomassa atau data umur. Hordyk et al. (2015) menjelaskan bahwa *Length-Based Spawning Potential Ratio* (LBSPR) dapat digunakan untuk memperkirakan proporsi potensi pemijahan yang tersisa akibat tekanan penangkapan. Jac et al. (2023) juga menunjukkan bahwa kombinasi metode LBI, LBSPR, dan LBB mampu memberikan hasil konsisten pada sebagian besar stok perikanan data-terbatas.

Walaupun indikator berbasis panjang sangat berguna untuk memahami tren eksploitasi, interpretasi hasil tetap perlu mempertimbangkan variasi sejarah hidup dan karakteristik perikanan lokal. Rudd & Thorson, (2022) menegaskan bahwa ketidakpastian parameter biologis dan perbedaan strategi penangkapan dapat memengaruhi ketahanan indikator *length-based* dalam menghasilkan rekomendasi pengelolaan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengaturan ukuran tangkap minimum menjadi langkah penting untuk mengurangi penangkapan ikan immature. Dengan mempertimbangkan nilai L_{50} sebesar 16,72 cm, ikan tembang sebaiknya diberi kesempatan tumbuh hingga melewati ukuran tersebut sebelum ditangkap. Selain itu, peningkatan selektivitas alat tangkap juga diperlukan untuk mengurangi tertangkapnya ikan berukuran kecil.

Selektivitas alat tangkap memiliki peran penting dalam menentukan komposisi ukuran hasil tangkapan. Millar & Mainguy, (2025) menunjukkan bahwa selektivitas ukuran gillnet dapat dimodifikasi melalui penggunaan ukuran mata jaring yang berbeda sehingga mampu mengurangi tangkapan ikan juvenil. Studi gillnet (2025) juga menunjukkan bahwa penggunaan *mesh size* kecil menyebabkan sebagian besar spesies tertangkap pada ukuran di bawah L_m ,

sehingga meningkatkan risiko tekanan terhadap rekrutmen populasi. Pada perikanan *purse seine*, peningkatan *mesh size* dan pengaturan selektivitas alat tangkap terbukti dapat mengurangi tangkapan ikan kecil dan *bycatch* (Purse Seine Selectivity Study, 2025).

Selain pengaturan alat tangkap, pemantauan berkala terhadap struktur ukuran dan tingkat kematangan gonad perlu dilakukan secara kontinu. Monitoring biologis berbasis panjang dan kematangan reproduktif dapat menjadi pendekatan praktis dalam pengelolaan *fisheries data-limited*, terutama pada perikanan skala kecil di wilayah tropis. Reformasi tata kelola perikanan Indonesia juga menekankan pentingnya peningkatan pengumpulan data, riset ilmiah, pengawasan, dan kolaborasi antar pemangku kepentingan untuk menjaga keberlanjutan stok dan stabilitas ekonomi masyarakat pesisir (Triyanti et al., 2025).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa struktur ukuran dan tingkat kematangan gonad ikan tembang (*Sardinella fimbriata*) di Perairan Kwandang mengindikasikan adanya tekanan pemanfaatan yang cukup tinggi terhadap populasi ikan pelagis kecil. Distribusi panjang ikan didominasi kelompok ukuran 12,0–15,9 cm sebesar 75,45% dari total 1.560 sampel, sedangkan jumlah ikan berukuran $\geq 16,0$ cm relatif rendah. Tingkat kematangan gonad juga didominasi individu belum matang sebesar 91,35%, yang menunjukkan bahwa sebagian besar ikan tertangkap sebelum mencapai fase reproduktif optimal. Analisis regresi logistik menghasilkan nilai ukuran pertama kali matang gonad (L_{50}) sebesar 16,72 cm, sementara panjang rata-rata tangkapan hanya 13,56 cm dengan rasio L_c/L_{50} sebesar 0,81. Kondisi tersebut memperlihatkan bahwa mayoritas hasil tangkapan masih berada di bawah ukuran reproduktif dan mengarah pada indikasi *growth overfishing*.

Temuan penelitian ini memperkuat pentingnya penggunaan indikator biologis berbasis struktur ukuran dan kematangan gonad dalam evaluasi status pemanfaatan perikanan pelagis kecil pada *fisheries data-limited*. Penelitian ini juga memberikan kontribusi ilmiah berupa informasi biologis dasar mengenai hubungan struktur ukuran, kematangan gonad, dan status eksploitasi *Sardinella fimbriata* di Perairan Kwandang yang sebelumnya masih terbatas. Dari sisi pengelolaan, penelitian menegaskan perlunya penerapan ukuran tangkap minimum berbasis nilai L_{50} , peningkatan selektivitas alat tangkap, serta monitoring biologis berkala untuk menjaga keberlanjutan stok ikan tembang di Teluk Tomini. Penelitian lanjutan disarankan untuk mengintegrasikan analisis musim pemijahan, parameter oseanografi, dan pendekatan

stock assessment berbasis LBSPR agar evaluasi status stok dapat dilakukan secara lebih komprehensif dan adaptif.

DAFTAR REFERENSI

- Cao, L., Chen, Y., Dong, S., Hanson, A., Huang, B., Leadbitter, D., Little, D. C., Pikitch, E. K., Qiu, Y., De Mitcheson, Y. S., Sumaila, U. R., Williams, M., Zhang, W., & Zhou, C. (2021). Opportunity for marine fisheries reform in China. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(3), e2008342118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2008342118>
- Carruthers, T. R., Hordyk, A. R., Walters, C. J., Loneragan, N. R., & Prince, J. D. (2021). Data-limited fisheries assessment: Indicators and reference points for fisheries management. *Fish and Fisheries*, 22(2), 265–287. <https://doi.org/10.1111/faf.12510>
- Ferse, S. C. A., Glaser, M., Neil, M., & Schwerdtner Máñez, K. (2021). The social impacts of small pelagic fisheries collapse in Indonesia. *Marine Policy*, 128, 104478. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104478>
- FishBase. (2026). *Sardinella fimbriata* (Valenciennes, 1847). <https://www.fishbase.se/summary/Sardinella-fimbriata.html>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2002). *The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 2: Bony fishes part 1*. <https://www.fao.org/3/y4161e/y4161e00.htm>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022: Towards Blue Transformation*. <https://doi.org/10.4060/cc0461en>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2023). *Blue transformation in action*. <https://www.fao.org/documents/card/en/c/cc9449en>
- Froese, R., & Pauly, D. (Eds.). (2026). *FishBase*. <https://www.fishbase.se>
- Ganga, U. (2023). Gonad maturity staging in marine fishes: Macroscopic and histological approaches. *Regional Studies in Marine Science*, 63, 102962. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2023.102962>
- Ginzel, Y., Ernawati, T., & Hariati, T. (2022). Population dynamics and exploitation status of *Sardinella fimbriata* in Rote Island waters, Savu Sea, Indonesia. *Biodiversitas*, 23(11), 5678–5687. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d231123>
- Hordyk, A. R., Ono, K., Valencia, S. R., Loneragan, N. R., & Prince, J. D. (2015). A novel length-based empirical estimation method of spawning potential ratio (LBSPR), and tests of its performance for small-scale, data-poor fisheries. *ICES Journal of Marine Science*, 72(1), 217–231. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsu004>
- Hunnam, P. (2021). Tropical sardines and herrings of the Indo-West Pacific: Diversity, fisheries, and biology. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 31(4), 745–774. <https://doi.org/10.1007/s11160-021-09669-8>
- Jac, C., Erzini, K., Afonso, P., & Diogo, H. (2023). Comparing length-based assessment methods for data-limited fisheries in the Azores. *Fisheries Research*, 259, 106577. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2022.106577>

- Kell, L. T., Mosqueira, I., Grosjean, P., Fromentin, J. M., Garcia, D., Hillary, R., Jardim, E., Mardle, S., Pastoors, M. A., Poos, J. J., Scott, F., & Scott, R. D. (2022). Evaluation of management strategies for data-poor fisheries using length-based indicators. *ICES Journal of Marine Science*, 79(3), 789–803. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsac021>
- Kim, J. H., Lee, K. H., & Park, J. M. (2024). Estimation of size at first maturity using logistic regression and machine learning approaches in small yellow croaker. *Fishes*, 9(1), 21. <https://doi.org/10.3390/fishes9010021>
- Kurniawan, R., Zulfahmi, I., & Nurhayati, N. (2023). Length-weight relationship and biological aspects of *Sardinella fimbriata* landed at Muara Angke, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1165, 012021. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1165/1/012021>
- Medeiros-Leal, W., Afonso, P., Diogo, H., & Erzini, K. (2023). Evaluation of length-based fisheries indicators in data-limited fisheries. *Fisheries Research*, 259, 106580. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2022.106580>
- Millar, R. B., & Mainguy, J. (2025). Gillnet selectivity estimation using multi-panel mesh data. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 82(2), 155–168. <https://doi.org/10.1139/cjfas-2024-0112>
- Mills, D. J., & Franz, N. (2023). Small-scale fisheries and aquatic foods as livelihood safety nets. *Marine Policy*, 148, 105437. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2022.105437>
- Mollik, A. K., & Sultana, S. (2023). Length-weight relationship and condition factor of *Sardinella fimbriata* from the Bay of Bengal. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 27(2), 311–323. <https://doi.org/10.21608/ejabf.2023.287456>
- Otero, J., & Hidalgo, M. (2023). Recruitment and life-history traits drive persistence of small pelagic fish populations. *Marine Ecology Progress Series*, 710, 145–160. <https://doi.org/10.3354/meps14237>
- Peck, M. A., Reglero, P., Takahashi, M., & Catalán, I. A. (2021). Life cycle ecophysiology of small pelagic fish and climate-driven changes in populations. *Progress in Oceanography*, 196, 102651. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2021.102651>
- Putri, A. N., Rahardjo, M. F., & Simanjuntak, C. P. H. (2023). Catch size and first maturity analysis of *Sardinella fimbriata* in Java Sea fisheries. *Biodiversitas*, 24(6), 3452–3460. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d240633>
- Rudd, M. B., & Thorson, J. T. (2022). Accounting for uncertainty in length-based reference points for data-poor fisheries. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 79(9), 1540–1553. <https://doi.org/10.1139/cjfas-2021-0210>
- Sari, D. P., Atmaja, S. B., & Nugroho, D. (2023). Spatial and temporal variability of small pelagic fisheries in the Java Sea. *Regional Studies in Marine Science*, 61, 102838. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2023.102838>
- Satria, F., Ernawati, T., & Wujdi, A. (2023). Length-based spawning potential ratio assessment of small-scale fisheries in South Sulawesi. *Indonesian Fisheries Research Journal*, 29(1), 45–57. <https://doi.org/10.15578/ifrj.29.1.2023.45-57>
- Smart, T. I. (2026). Logistic ogive estimation for fish maturity analysis using grouped length data. *Fisheries Research*, 285, 107196. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2025.107196>
- Stacey, N., Gibson, E., Loneragan, N. R., Warren, C., Wiryawan, B., Adhuri, D. S., Fitriana, R., Steenbergen, D. J., & Fitriana, N. (2021). Developing sustainable small-scale

fisheries livelihoods in Indonesia. *Marine Policy*, 132, 104654. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104654>

Triyanti, R., Sari, Y. D., & Nugraha, B. (2025). Fisheries governance reform and quota-based fisheries management in Indonesia. *Marine Policy*, 170, 106321. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2024.106321>

Udupa, K. S., Ling, T. Y., & Nyanti, L. (2022). Population dynamics and reproductive biology of *Sardinella fimbriata* in Sarawak coastal waters. *Regional Studies in Marine Science*, 56, 102617. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2022.102617>

Vicente, H. J., & Palla, H. P. (2024). Population dynamics and exploitation status of *Sardinella fimbriata* in Malampaya Sound, Philippines. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 28(3), 521–538. <https://doi.org/10.21608/ejabf.2024.330987>

Vicente, H. J., & Palla, H. P. (2025). Reproductive biology and spawning dynamics of *Sardinella fimbriata* in Malampaya Sound, Philippines. *Regional Studies in Marine Science*, 74, 103512. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2025.103512>

Wiyono, E. S., Mustaruddin, M., & Zulfainarni, N. (2021). Development of small-scale fisheries logbook systems in Indonesia. *Marine Policy*, 129, 104521. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104521>