



Karakteristik Daerah Penangkapan dan Pengaruh Parameter Oseanografi terhadap Produksi serta Status Pemanfaatan Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru*) di PPI Kedonganan, Bali

(Characteristics of Fishing Grounds and the Influence of Oceanographic Parameters on the Production and Exploitation Status of Bali *Sardinella (Sardinella lemuru)* at PPI Kedonganan, Bali)

Wirastika Adhahapsari¹✉, Alren S. F. Irianto¹, Tri D. Lelono¹, Daduk Setyohadi¹, Eko S. Yulianto¹

¹ Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran No. 10 – 14 Malang, Jawa Timur

Email: wirastika@ub.ac.id, alrensherdyna@student.ub.ac.id, t.djoko@ub.ac.id, daduks@ub.ac.id, ekosulkhanij@ub.ac.id.

Article Info :
Recived : 16 April 2026
Accepted : 25 Mei 2026
Online : 28 Mei 2026

Article type

<input type="checkbox"/>	Review Article
<input type="checkbox"/>	Commin Serv. Articel
<input checked="" type="checkbox"/>	Research Article

Keyword :

Exploitation status, Fishing ground, LB-SPR, *Sardinella lemuru*, Oceanography

Corresponding Author :

Wirastika Adhahapsari
Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya

Email:
wirastika@ub.ac.id

Abstract

The Bali Strait (FMA 573) is a critical fishing ground and primary habitat for Bali sardinella (*Sardinella lemuru*), a small pelagic species under increasing exploitation pressure from traditional fishing fleets. However, studies integrating fishing ground characteristics, oceanographic influences, and exploitation status at PPI Kedonganan remain limited. This study aimed to characterize fishing grounds, assess the influence of oceanographic parameters (SST and chlorophyll-a) on fish production, and evaluate the exploitation status of *S. lemuru* landed at PPI Kedonganan, Bali. Data were collected from February to April 2025 using simple random sampling ($n = 1,882$ for length-weight analysis; $n = 256$ for sex ratio). Fishing ground characterization was conducted through participatory mapping. SST and chlorophyll-a data were obtained from Aqua MODIS satellite imagery (2020–2024) and correlated with monthly production data using Pearson correlation analysis. Exploitation status was estimated using the Length-Based Spawning Potential Ratio (LB-SPR) method. This result known that fishing grounds were concentrated within the coastal zone at 1–3 nautical miles from shore, operated by traditional vessels (<5 GT) using purse seine, gillnet, and lift net with mesh sizes of 1–1.5 inches. A weak negative correlation was found between SST and fish production ($r = -0.359$, $p > 0.05$) and a very weak positive correlation between chlorophyll-a and production ($r = 0.135$, $p > 0.05$), both governed by monsoon dynamics and upwelling. Biological parameters confirmed dominance of immature individuals: negative allometric growth ($b = 2.9358$; $R^2 = 0.9297$), mean condition factor $K = 1.01$, balanced sex ratio (1:1), and length at first capture ($L_c = 13.92$ cm) below length at first maturity ($L_m = 17.3$ cm). LB-SPR analysis yielded $SPR = 6\%$, classifying the stock as over-exploited — a cumulative consequence of coastal fishing grounds, non-selective gear, and intensive capture of pre-spawning individuals. Management interventions are urgently needed, including minimum mesh size regulations and periodic stock monitoring through the LB-SPR approach.



Copyright © 2026, Wirastika Adhahapsari, Alren Sherdyna Fitri Irianto, Tri Djoko Lelono, Daduk Setyohadi, Eko Sulkhani Yulianto

PENDAHULUAN

Indexed :



Perairan Selat Bali merupakan perairan strategis yang dikenal luas sebagai habitat utama dan daerah penangkapan (*fishing ground*) potensial bagi ikan lemuru (*Sardinella lemuru*). Perairan Selat Bali yang termasuk Wilayah Pengelolaan Perikanan (WPP) 573 merupakan habitat utama ikan lemuru dengan kondisi perairan kaya nutrisi akibat fenomena *upwelling*, sehingga mendukung tingginya potensi dan nilai ekonomis perikanan tangkap di wilayah tersebut (Putri et al, 2023). Lemuru sebagai spesies pelagis kecil sangat mendominasi ekosistem perairan Selat Bali dan menjadi target tangkapan utama bagi nelayan lokal karena kebiasaannya yang bergerombol (Jatisworo et al, 2022). Berdasarkan informasi dan data perikanan Tahun 2025, diketahui data produksi ikan di PPI Kedonganan menunjukkan tren meningkat, dengan total pendaratan mencapai 6.632,90 ton senilai Rp 70.893.732.000 pada tahun 2024, meningkat signifikan dibandingkan 4.650,88 ton pada tahun 2023. Ikan lemuru tercatat sebagai salah satu komoditas dominan dengan produksi sebesar 2.120,03 ton pada tahun 2024, meningkat dari 1.285,93 ton pada tahun 2023 (Dinas Perikanan Kabupaten Badung, 2025).

Kondisi oseanografi perairan yang dipengaruhi oleh variabilitas monsun di Selat Bali sangat ideal sebagai ruaya makan (*feeding ground*) maupun ruaya pemijahan (*spawning ground*) bagi ikan lemuru. Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Kedonganan memiliki peran sentral sebagai lokasi pendaratan utama bagi hasil tangkapan lemuru di kawasan perairan Bali. Pelabuhan perikanan tipe D ini berfungsi strategis menjadi basis pendaratan sekaligus pusat distribusi perikanan pelagis kecil yang menyuplai kebutuhan konsumsi masyarakat dan industri pengolahan di wilayah sekitarnya. Lemuru secara konsisten mendominasi komposisi hasil tangkapan nelayan di PPI Kedonganan, dan menjadikan komoditas ekonomi yang sangat krusial sekaligus subjek prioritas dalam studi dinamika populasi perairan di kawasan tersebut (Pertiwi et al, 2023). Secara ekonomi, sektor perikanan tangkap di Kabupaten Badung menyerap sebanyak 3.542 tenaga kerja dari 1.636 rumah tangga perikanan laut pada tahun 2024. Total nilai produksi perikanan Kabupaten Badung mencapai Rp 178.802.404.000 pada tahun 2024, dengan perikanan laut menyumbang Rp 163.600.583.000 atau sekitar 91,5% dari total nilai produksi (Dinas Perikanan Kabupaten Badung, 2025).

Fluktuasi populasi ikan lemuru di perairan Selat Bali memiliki tingkat kerentanan yang tinggi terhadap variabilitas lingkungan dan tekanan antropogenik. Kelimpahan sumber daya pelagis ini kerap mengalami penyusutan secara drastis, terutama pada saat terjadinya anomali iklim oseanografi global. Fenomena alam seperti El Nino dan *Indian Ocean Dipole* (IOD) terbukti mendisrupsi distribusi suhu permukaan laut serta konsentrasi klorofil-a, yang berdampak langsung pada pergeseran area penangkapan dan ruaya ikan (Adivitasari et al, 2022). Sebagai perbandingan historis, produksi ikan lemuru di PPI Kedonganan menunjukkan fluktuasi yang signifikan antar tahun yaitu; 245,52 ton (2018), 837,78 ton (2019), 1.176,53 ton (2020), 2.226,57 ton (2021), 1.536,49 ton (2022), 1.285,93 ton (2023), dan 2.120,03 ton (2024) (Dinas Perikanan Kabupaten Badung, 2025). Fluktuasi ini mengindikasikan ketidakstabilan stok yang dipengaruhi oleh tekanan penangkapan dan variabilitas lingkungan salah satunya adalah dari parameter oseanografi. Variabilitas lingkungan oseanografi tersebut terus diakumulasi oleh tingginya upaya penangkapan (*fishing effort*) armada lokal yang sangat intensif dan minim kendali. Berbagai kajian ilmiah menginformasikan bahwa status eksploitasi ikan lemuru di kawasan perairan tersebut saat ini telah dikategorikani pada fase tangkap lebih (*overfishing*). Kondisi kritis pada stok populasi ini diindikasikan melalui besarnya tekanan penangkapan yang melampaui batas pemulihan alaminya, serta diperkuat oleh temuan parameter biologi berupa penyusutan pola pertumbuhan ukuran panjang ikan pada hasil tangkapan yang didaratkan (Pertiwi et al, 2023; Jatisworo et al, 2022).

Karakteristik daerah penangkapan ikan memiliki peranan penting dalam menentukan komposisi hasil tangkapan, termasuk ukuran dan tingkat kematangan ikan yang tertangkap. Nelayan di PPI Kedonganan umumnya beroperasi di pesisir pantai pada jarak 1 hingga 3 mil menggunakan armada tradisional berukuran kurang dari 5 GT dengan alat tangkap berupa *purse seine*, jaring insang (*gillnet*), dan serok. Pola operasi penangkapan yang terpusat di wilayah pesisir ini diduga berpengaruh terhadap dominasi tangkapan ikan lemuru berukuran kecil dan belum layak tangkap. Namun hingga saat ini, kajian yang secara khusus menghubungkan karakteristik daerah penangkapan dengan kondisi biologi ikan lemuru di PPI Kedonganan masih sangat terbatas.

Kajian aspek biologi ikan merupakan salah satu pendekatan ilmiah yang fundamental dalam mendukung pengelolaan sumber daya perikanan yang berkelanjutan. Informasi mengenai pola pertumbuhan, reproduksi, serta status pemanfaatan ikan lemuru diperlukan sebagai dasar ilmiah dalam merumuskan kebijakan penangkapan yang tepat. Penelitian terdahulu mengenai aspek biologi dan dinamika penangkapan ikan lemuru di Selat Bali umumnya terpusat di kawasan Muncar, Banyuwangi dan Pengambengan, Jembrana (Adivitasari et al, 2022), sementara kajian serupa yang spesifik di PPI Kedonganan masih sangat minim, sementara itu lokasi ini merupakan salah satu tempat pendaratan lemuru terbesar di wilayah Bali (Pertiwi et al, 2023). Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan memetakan karakteristik daerah penangkapan lemuru di PPI Kedonganan serta menganalisis parameter biologi ikan lemuru yang meliputi pola pertumbuhan, faktor kondisi, dan tingkat pemanfaatan, sebagai dasar pengelolaan perikanan lemuru berkelanjutan di perairan Selat Bali.

MATERI DAN METODE

Lokasi, Waktu, dan Pengumpulan Data

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari hingga April 2025 di Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Kedonganan yang terletak di Jl. Pantai Kedonganan, Kedonganan, Kec. Kuta, Kabupaten Badung, Bali. PPI Kedonganan dipilih sebagai lokasi penelitian karena merupakan tempat pendaratan hasil tangkapan nelayan di wilayah perairan Selat Bali, khususnya ikan lemuru. Pengambilan sampel ikan lemuru dilakukan dengan metode *simple random sampling* yaitu pengambilan sampel secara acak pada hasil tangkapan yang didaratkan di PPI Kedonganan. Setiap pengambilan sampel dilakukan dengan memilih ikan secara acak dari keranjang hasil tangkapan yang baru didaratkan, tanpa mempertimbangkan ukuran maupun jenis kelamin ikan, sehingga setiap individu dalam populasi memiliki peluang yang sama untuk terpilih sebagai sampel. Setiap sampel diukur panjang cagak (*Fork Length/FL*) menggunakan meteran dengan ketelitian 0,1 cm. Pengukuran panjang cagak (*Fork Length/FL*) direkomendasikan sebagai standar pengukuran ikan pelagis bertipe ekor cagak seperti famili *Clupeidae*. Hal ini disebabkan bagian ujung sirip ekor sangat rentan mengalami kerusakan atau patah akibat gesekan mekanis selama operasional penangkapan massal, sehingga penggunaan panjang total (*Total Length/TL*) dapat memicu bias pada estimasi ukuran panjang sebenarnya. Sedangkan penimbangan berat ikan lemuru menggunakan timbangan digital dengan satuan gram (g). Untuk data nisbah kelamin, dilakukan pembedahan bagian perut ikan guna mengidentifikasi jenis kelamin berdasarkan morfologi gonad. Total sampel yang digunakan untuk analisis panjang-berat adalah 1.882 ekor, sedangkan untuk identifikasi jenis kelamin sebanyak 256 ekor. Pengambilan sampel dilakukan selama 60 hari efektif (Februari–April 2025) dengan total 45 trip pengamatan yang melibatkan 8–12 kapal per sesi pendaratan.

Pemetaan daerah penangkapan ikan lemuru dilakukan melalui pendekatan *participatory mapping*, yaitu metode yang melibatkan sebanyak 29 nelayan secara langsung dalam proses pemetaan daerah penangkapan berdasarkan pengetahuan lokal nelayan. Metode ini dinilai efektif untuk mengumpulkan data spasial pada perikanan skala kecil yang bersifat informal dan sulit dijangkau melalui survei konvensional (Thiault et al, 2017; Grati et al, 2022). Wawancara dilakukan secara langsung kepada nelayan yang baru kembali dari melaut dengan meminta mereka menunjukkan titik koordinat daerah penangkapan pada peta yang telah disiapkan. Informasi yang dikumpulkan mencakup lokasi penangkapan, jarak dari pantai, jenis alat tangkap yang digunakan, serta ukuran armada. Sedangkan data Suhu Permukaan Laut (SPL) dan klorofil-a diperoleh dari citra satelit *Aqua MODIS* resolusi 4 km melalui portal *NASA Ocean Color*. Data diunduh dalam format bulanan (*monthly composite*) untuk periode Januari 2020 hingga Desember 2024, mencakup wilayah perairan Selat Bali yang menjadi daerah penangkapan ikan lemuru.

Analisis Data

Pemetaan Daerah Penangkapan

Titik koordinat daerah penangkapan hasil *participatory mapping* diolah menggunakan perangkat lunak ArcGIS untuk menghasilkan peta sebaran daerah penangkapan ikan lemuru. Peta ini dilengkapi dengan informasi jenis alat tangkap dan jarak operasi dari pantai untuk setiap titik penangkapan. Data suhu permukaan laut (SPL) dan klorofil-a diperoleh dari citra satelit Aqua MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) dengan resolusi spasial 4 km dalam format *monthly composite* untuk periode Januari 2020 hingga Desember 2024. Data tersebut diunduh melalui portal NASA Ocean Color Web (<https://oceancolor.gsfc.nasa.gov>) dan diekstraksi menggunakan perangkat lunak SeaDAS (*SeaWiFS Data Analysis System*) untuk wilayah perairan Selat Bali yang menjadi daerah penangkapan ikan lemuru. Nilai SPL dan klorofil-a bulanan kemudian dirata-ratakan secara spasial pada area studi dan dianalisis relasinya dengan data produksi menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel*.

Hubungan Parameter Oseanografi dengan Produksi

Hubungan antara parameter oseanografi (SPL dan klorofil-a) dengan produksi ikan lemuru dianalisis secara deskriptif menggunakan grafik *overlay* antara nilai bulanan SPL atau klorofil-a dengan data produksi bulanan selama periode 2020–2024 yang didapatkan dari data logbook harian PPI Kedonganan, Bali. Pendekatan ini mengikuti metode yang digunakan oleh Kouadio et al, (2021) dalam menganalisis hubungan variabilitas musiman parameter oseanografi terhadap hasil tangkapan ikan pelagis. Analisis korelasi yang digunakan adalah korelasi Pearson (r) untuk mengukur kekuatan dan arah hubungan linear antara masing-masing parameter oseanografi dengan produksi ikan. Uji signifikansi korelasi dilakukan pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$) dengan nilai $p < 0,05$ dianggap signifikan secara statistik.

Hubungan Panjang dan Berat

Hubungan panjang dan berat ikan dianalisis menggunakan persamaan alometrik (Le Cren, 1951):

$$W = aL^b \dots\dots\dots(1)$$

yang dilinearakan menjadi:

$$\text{Log } W = \text{Log } a + b \text{ Log } L \dots\dots\dots(2)$$

W adalah berat ikan (g), L adalah panjang cagak (cm), a adalah *intercept*, dan b adalah *slope*. Nilai b digunakan untuk menentukan pola pertumbuhan yaitu: isometrik jika $b = 3$, alometrik positif jika $b > 3$, dan alometrik negatif jika $b < 3$. Pengujian dilakukan dengan uji-T pada selang kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$):

$$T \text{ Hitung} = \left| \frac{b-3}{se} \right| \dots\dots\dots(3)$$

Apabila T hitung $>$ T tabel, maka pola pertumbuhan bersifat alometrik apabila T hitung $<$ T tabel, pertumbuhan bersifat isometrik.

Faktor Kondisi

Faktor kondisi alometris dihitung menggunakan persamaan (Effendie, 2002):

$$K = \frac{W}{W'} \dots\dots\dots(4)$$

dimana W adalah berat aktual ikan (g) dan W' adalah berat estimasi berdasarkan persamaan panjang-berat ($W' = aL^b$). Nilai $K > 1$ mengindikasikan kondisi fisiologis ikan yang baik (Froehlich et al., 2021).

Nisbah Kelamin

Nisbah kelamin merepresentasikan perbandingan jumlah individu betina terhadap jantan dalam total populasi ikan yang diamati setiap bulan (Effendie, 2002).

$$X = \frac{M}{F} \dots\dots\dots(5)$$

dimana M adalah jumlah ikan jantan dan F adalah jumlah ikan betina. Keseimbangan nisbah kelamin diuji menggunakan uji Chi-square pada selang kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$):

$$X^2 = \left[\frac{\sum(f_o - f_h)^2}{f_h} \right] \dots \dots \dots (6)$$

dimana fo adalah frekuensi yang diamati dan fh adalah frekuensi harapan. Hipotesis nol (H₀) menyatakan bahwa perbandingan jantan dan betina adalah 1:1. Jika X² hitung < X² tabel, maka H₀ diterima (nisbah seimbang).

Panjang Pertama Kali Tertangkap (Length at First Capture/Lc)

Lc merupakan panjang ikan pada saat 50% individu dalam populasi mulai tertangkap oleh alat tangkap. Nilai Lc diestimasi berdasarkan distribusi frekuensi panjang dengan memplotkan panjang ikan pada sumbu X dan jumlah individu pada sumbu Y sehingga membentuk kurva sigmoid. Nilai Lc dihitung dari persamaan:

$$Lc = \frac{a}{b} \dots \dots \dots (7)$$

a adalah intercept dan b adalah slope dari persamaan linier yang diperoleh melalui transformasi distribusi normal frekuensi panjang (Sparre & Venema, 1998). Nilai Lc kemudian dibandingkan dengan nilai Lm (panjang pertama kali matang gonad) yang mengacu pada Setyohadi dan Wiadnya (2018) sebesar 17,3 cm untuk mengevaluasi kelayakan tangkap ikan lemuru yang didaratkan. Secara rinci, metode Sparre dan Venema (1998) yang digunakan melibatkan langkah berikut: (1) distribusi frekuensi panjang sampel disusun dalam kelas-kelas interval; (2) frekuensi kumulatif dihitung dan diplotkan terhadap titik tengah kelas panjang; (3) kurva sigmoid logistik (ogive selektivitas) kemudian difit pada data frekuensi kumulatif tersebut untuk memperoleh nilai Lc pada proporsi tangkapan 50%. Seluruh proses estimasi Lc dilakukan menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel dengan fungsi transformasi probit dan regresi linier.

Parameter Pertumbuhan dan Mortalitas Alami

Parameter pertumbuhan Von Bertalanffy, yaitu panjang asimtotik (L[∞]) dan koefisien pertumbuhan (K), diestimasi menggunakan metode ELEFAN I (*Electronic Length Frequency Analysis*) melalui perangkat lunak FISAT II berdasarkan data distribusi frekuensi panjang. Umur teoritis saat panjang nol (t₀) dihitung menggunakan rumus empiris Pauly (1983):

$$\text{Log}(-t_0) = -0.3992 - 0.2752 (\text{Log } L^\infty) - 1.038 (\text{Log } K) \dots \dots \dots (8)$$

Laju mortalitas alami (M) diestimasi menggunakan persamaan empiris Pauly (1983):

$$\text{Log } M = -0,0066 - 0,279 \times \text{Log } L^\infty + 0,6543 \times \text{Log } K + 0,4634 \times \text{Log } T \dots \dots \dots (9)$$

dimana T adalah rata-rata suhu perairan Selat Bali (30,52°C). Parameter ini digunakan sebagai input dalam analisis LB-SPR.

Length-Based Spawning Potential Ratio (LB-SPR)

Status pemanfaatan ikan lemuru diestimasi menggunakan metode LB-SPR, yaitu pendekatan berbasis data panjang yang dirancang khusus untuk perikanan dengan ketersediaan data terbatas (*data-poor fisheries*) (Hordyk et al, 2015; Prince et al, 2020). Metode ini menggunakan distribusi frekuensi panjang hasil tangkapan untuk mengestimasi nilai SPR yang merepresentasikan kapasitas reproduksi populasi relatif terhadap kondisi tanpa tekanan penangkapan. Analisis dilakukan melalui platform online yang dapat diakses di <http://barefootecologist.com.au/lbspr> dengan memasukkan parameter yang terjadi pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Parameter yang digunakan dalam analisis LB-SPR

Parameter	Nilai	Sumber
L [∞]	21,69 cm	Hasil analisis ELEFAN I
K	0,55/tahun	Hasil analisis ELEFAN I
M/K	2,5	Turunan dari nilai M dan K
Lm	17,3 cm	Setyohadi & Wiadnya (2018)
L95	19,03 cm	Setyohadi & Wiadnya (2018)

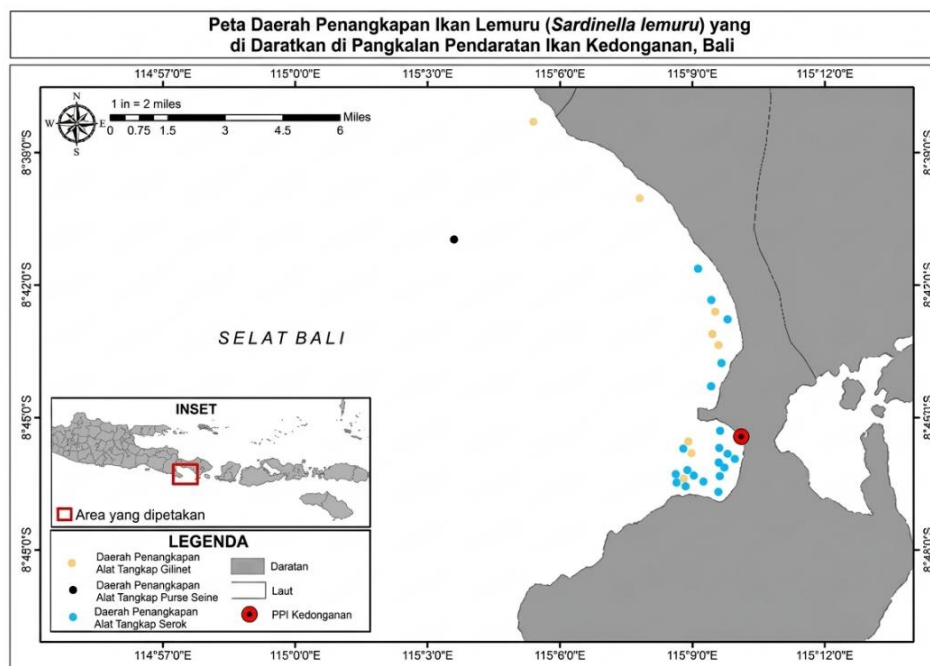
Kategorisasi status pemanfaatan berdasarkan nilai SPR mengacu pada Hordyk et al, (2015) yaitu: under exploited (SPR > 40%), moderate (SPR 20–40%), dan over exploited (SPR < 20%).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Daerah Penangkapan Ikan Lemuru

Nelayan yang beroperasi di PPI Kedonganan didominasi oleh nelayan tradisional yang menggunakan armada berukuran kurang dari 5 GT dengan pola penangkapan *one day fishing*. Jenis alat tangkap yang digunakan untuk menangkap ikan lemuru, yaitu *purse seine*, *gillnet*, dan serok. Selain nelayan lokal, terdapat pula nelayan andon yang menggunakan kapal *purse seine* berukuran hingga 24 GT dengan jumlah ABK 25–30 orang dan lama trip 1–4 hari. *Purse seine* yang dioperasikan nelayan andon memiliki ukuran kapal 20 × 4 × 3 meter dengan *mesh size* badan jaring 1 *inch* dan sayap 1,5 *inch*. *Gillnet* yang digunakan oleh nelayan lokal berukuran kapal jukung 1 GT dengan *mesh size* 1,5 *inch*, panjang 150 meter, dan kedalaman 12 meter. Nelayan berangkat pukul 02.00 dini hari dan kembali pukul 09.00 pagi dengan jarak operasi 1–4 mil. Serok merupakan alat tangkap *lift net* yang dioperasikan dengan bantuan lampu 50–100 watt sebanyak 4–8 buah pada malam hari, dengan *mesh size* 1 *inch*.

Hasil *participatory mapping* yang dilakukan melalui wawancara langsung dengan nelayan didapatkan yaitu daerah penangkapan ikan lemuru yang didaratkan di PPI Kedonganan terkonsentrasi di perairan Selat Bali pada jarak 1–3 mil dari pantai untuk nelayan *gillnet* dan serok, serta hingga 30 mil untuk nelayan *purse seine* andon. Daerah penangkapan utama meliputi perairan sekitar Pantai Kedonganan, perairan barat dan utara Bandara Internasional I Gusti Ngurah Rai, serta perairan Tanjung Bugit. Berikut adalah distribusi daerah penangkapan lemuru di PPI Kedonganan Bali selama periode penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Distribusi Spasial Daerah Penangkapan Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru*)

Dominasi daerah penangkapan di zona pesisir (1–3 mil) mencerminkan keterbatasan armada tradisional berukuran kecil dalam menjangkau perairan yang lebih dalam. Keterbatasan jangkauan operasi akibat spesifikasi teknis dan kapasitas tonase armada nelayan lokal menyebabkan upaya penangkapan terkonsentrasi secara masif pada zona pesisir tertentu (Adivitasari et al, 2022). Di zona pesisir inilah ikan lemuru muda (*juvenile*) lebih banyak ditemukan, sementara individu dewasa cenderung bergerak menuju perairan yang

lebih dalam saat mendekati fase pemijahan. Karakteristik perairan dangkal di pesisir ini secara ekologis merupakan habitat asuhan dan area mencari makan (*feeding ground*) utama bagi ikan lemuru muda (fase juvenil), sementara populasi individu dewasa yang telah matang gonad umumnya melakukan ruaya menuju perairan pelagis yang lebih dalam untuk melangsungkan pemijahan (Jatisworo et al, 2022). Dominasi aktivitas penangkapan yang berlangsung pada area yang beririsan dengan habitat juvenil dapat memicu terjadinya tekanan eksploitasi terhadap stok ikan yang belum mencapai kematangan reproduksi. Hal ini mengindikasikan terjadinya *growth overfishing*, yang ditunjukkan oleh tingginya proporsi pendaratan ikan lemuru berukuran di bawah ukuran layak tangkap di PPI Kedonganan (Suariningsih et al, 2021; Pertiwi et al, 2023).

Hubungan Parameter Oseanografi dengan Produksi Ikan Lemuru Parameter Suhu Permukaan Laut (SPL) dan Produksi Ikan Lemuru

Data suhu permukaan laut (SPL) di perairan Selat Bali selama periode 2020–2024 menunjukkan pola fluktuasi musiman yang konsisten dengan dinamika monsun (Gambar 2-A). SPL tertinggi tercatat pada Maret 2020 dengan nilai 31,21°C, sedangkan SPL terendah tercatat pada September 2023 sebesar 25,52°C. Rata-rata SPL selama periode pengamatan adalah 28,61°C. Secara umum, SPL cenderung tinggi pada musim barat (Desember–Maret) dan rendah pada musim timur (Juni–September).

Hasil analisis korelasi menunjukkan hubungan negatif antara SPL dengan produksi ikan lemuru ($r = -0,395$, $p < 0,05$), di mana peningkatan SPL cenderung diikuti penurunan produksi dan sebaliknya. Pola hubungan negatif antara SPL dan hasil tangkapan ikan lemuru di Selat Bali juga dilakukan oleh (Rahadian et al, 2019), dimana dalam penelitiannya menemukan bahwa ikan lemuru dapat ditemukan dan ditangkap secara optimal pada kisaran suhu 26–29°C. Ketika SPL melebihi batas atas kisaran tersebut, ikan lemuru cenderung bergerak menuju lapisan perairan lebih dalam yang suhunya lebih sesuai, sehingga berada di luar jangkauan alat tangkap nelayan tradisional yang hanya beroperasi di zona pesisir dangkal. Adivitasari et al, (2022) menyebutkan bahwa distribusi spasial zona penangkapan ikan lemuru sangat dipengaruhi oleh variabilitas SPL yang terkait dengan fenomena iklim regional.

Pola ini berkaitan erat dengan fenomena *upwelling* musiman di perairan Selat Bali. Pada musim timur, angin tenggara dari Australia mendorong massa air permukaan sehingga air dingin kaya nutrisi dari lapisan bawah naik ke permukaan, menurunkan SPL sekaligus meningkatkan produktivitas fitoplankton. Sartimbul et al, (2010) melaporkan bahwa terdapat hubungan terbalik antara anomali SPL dan konsentrasi klorofil-a, di mana penurunan SPL akibat *upwelling* diikuti oleh peningkatan klorofil-a yang berdampak pada peningkatan hasil tangkapan ikan lemuru dengan *time lag* sekitar tiga bulan. Setyohadi et al, (2021) menyebutkan bahwa intensitas *upwelling* di Selat Bali juga dipengaruhi oleh fenomena *Indian Ocean Dipole* (IOD), di mana fase positif IOD memperkuat *upwelling* dan meningkatkan konsentrasi klorofil-a yang berkorelasi dengan peningkatan kelimpahan lemuru. Implikasi penting dari pola ini bagi nelayan tradisional PPI Kedonganan adalah bahwa armada kecil yang hanya beroperasi di pesisir sangat rentan terhadap fluktuasi SPL musiman karena tidak dapat mengikuti pergerakan ikan ke perairan yang lebih dalam.

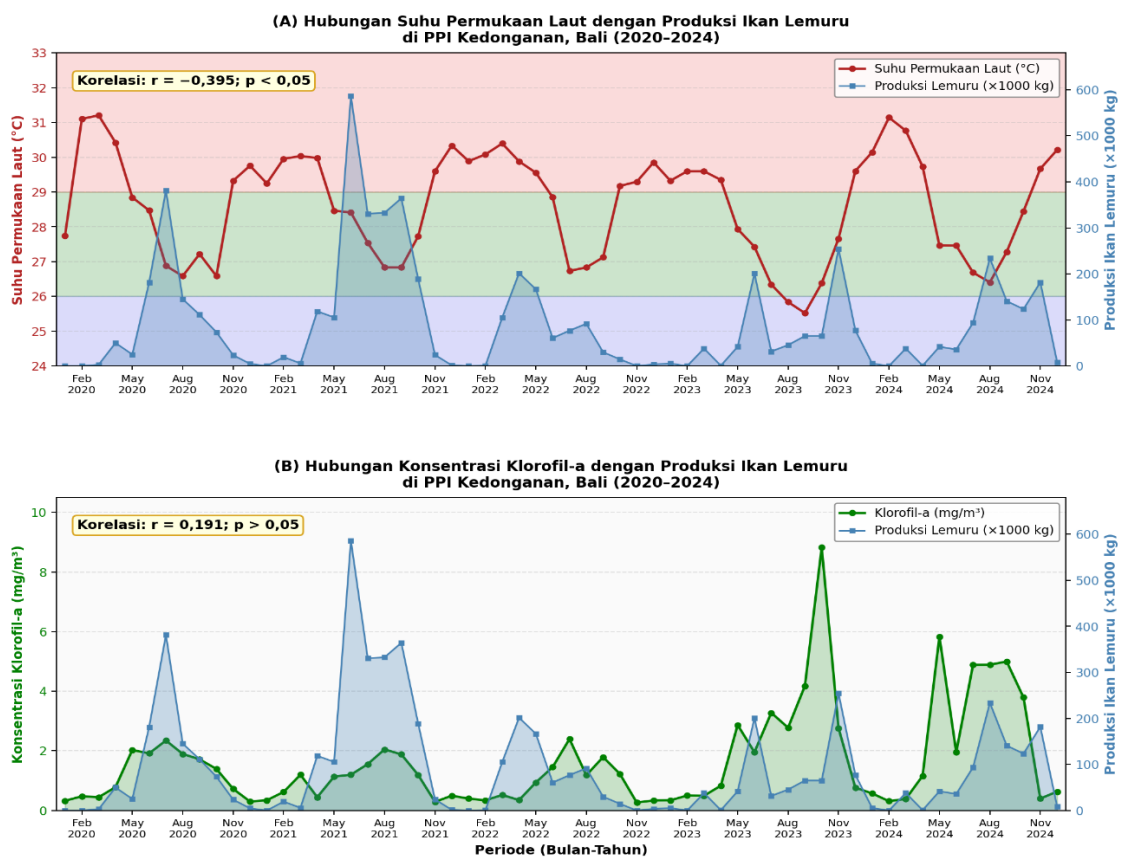
Parameter Klorofil-a dan Produksi Ikan Lemuru

Konsentrasi klorofil-a di perairan Selat Bali selama periode 2020–2024 menunjukkan variasi yang signifikan (Gambar 2-B). Nilai terendah tercatat pada November 2022 sebesar 0,2673 mg/m³, sedangkan nilai tertinggi tercatat pada Oktober 2023 sebesar 8,8218 mg/m³. Rata-rata konsentrasi klorofil-a selama periode pengamatan adalah 1,62 mg/m³. Pola musiman klorofil-a menunjukkan konsentrasi yang cenderung tinggi pada musim timur (Juni–September) dan rendah pada musim barat (Desember–Maret), hal ini selaras dengan intensitas *upwelling* yang membawa nutrisi ke permukaan (Sartimbul et al, 2010).

Hasil analisis korelasi Pearson menunjukkan hubungan positif yang sangat lemah antara klorofil-a dengan produksi ikan lemuru ($r = 0,191$; $p > 0,05$), yang mengindikasikan bahwa secara statistik hampir tidak terdapat hubungan linear yang bermakna antara kedua variabel tersebut. Hubungan positif ini dapat dijelaskan melalui rantai trofik perairan. Ikan lemuru merupakan ikan planktivora yang makanannya utamanya terdiri dari fitoplankton kelas

Cyanophyceae (*Trichodesmium*) dan Bacillariophyceae (*Nitzschia*, *Chaetoceros*), sehingga kelimpahan fitoplankton yang diindikasikan oleh konsentrasi klorofil-a secara langsung mempengaruhi ketersediaan pakan dan distribusi ikan lemuru. Pertami et al, (2019) menyebutkan bahwa komposisi makanan ikan lemuru bervariasi tergantung musim dan ukuran ikan, namun fitoplankton tetap menjadi komponen dominan dalam saluran pencernaannya.

Lemahnya nilai korelasi klorofil-a terhadap produksi ($r = 0,191$) dibandingkan dengan SPL ($r = -0,395$) diduga berkaitan dengan adanya time lag antara peningkatan produktivitas primer dan respons populasi ikan (Gustantia et al, 2021). Hal ini juga terjadi pada penelitian oleh Sartimbul et al, (2010) yang menemukan jeda selama tiga bulan antara puncak klorofil-a dan peningkatan hasil tangkapan ikan lemuru, yang berkaitan dengan waktu yang dibutuhkan larva ikan untuk mencapai tahap makan pertama seiring dengan kelimpahan fitoplankton.



Gambar 2. Hubungan parameter oseanografi dengan produksi ikan lemuru di PPI Kedonganan, Bali periode 2020–2024. (A) Suhu permukaan laut dengan produksi ikan lemuru menunjukkan korelasi negatif ($r = -0,395$); (B) Konsentrasi klorofil-a dengan produksi ikan lemuru menunjukkan korelasi positif ($r = 0,191$, $p > 0,05$)

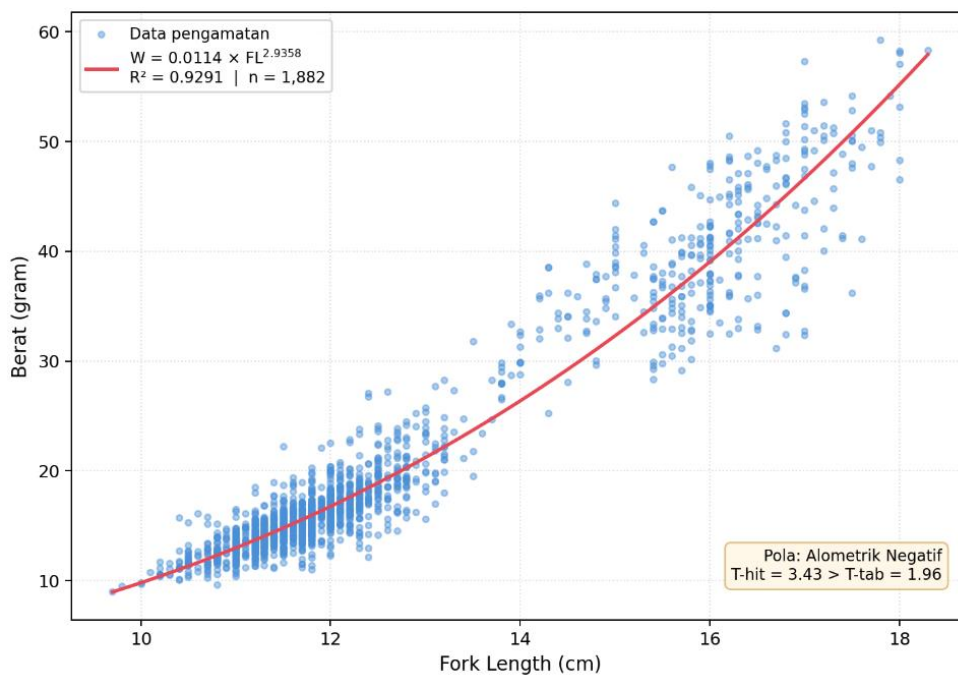
Secara keseluruhan, kedua parameter oseanografi menunjukkan pola yang saling melengkapi yaitu SPL rendah bersamaan dengan klorofil-a tinggi terjadi pada musim timur. Pada kondisi tersebut merupakan kondisi yang paling produktif bagi penangkapan ikan lemuru. Produksi tertinggi selama periode pengamatan tercatat pada Juni 2021 dengan nilai 586.271 kg, bertepatan dengan periode awal musim timur ketika SPL mulai menurun dan produktivitas perairan meningkat akibat *upwelling*. Hubungan antara SPL rendah dengan klorofil-a yang tinggi diduga mendorong ikan lemuru bermigrasi ke perairan yang lebih dalam, sehingga berada di luar jangkauan operasional armada tradisional yang memiliki

keterbatasan radius operasi penangkapan. Dengan demikian, pola musiman berupa penurunan suhu permukaan laut yang diiringi peningkatan klorofil-a pada musim timur. Hal ini dapat diindikasikan sebagai indikator dinamika monsun yang memengaruhi distribusi spasial ikan secara makro, bukan sebagai hubungan langsung terhadap produksi tangkapan. Pada musim barat, kondisi suhu yang lebih tinggi dan klorofil-a yang Secara keseluruhan, hasil temuan ini mengindikasikan bahwa pengaruh variabilitas oseanografi terhadap ketersediaan ikan lemuru bersifat tidak langsung. Kondisi ini menegaskan bahwa variabilitas oseanografi yang dikendalikan oleh monsun dan fenomena iklim regional seperti IOD memiliki dampak langsung terhadap produktivitas dan keberlanjutan penghidupan nelayan skala kecil di PPI Kedonganan.

Aspek Biologi

Hubungan Panjang-Berat dan Faktor Kondisi

Analisis hubungan panjang dan berat ikan dianalisis untuk sebagai suatu pendekatan untuk mengetahui pola pertumbuhan ikan di lingkungan alaminya. Hubungan ini juga memberikan gambaran mengenai tingkat pertumbuhan, kemontokan, serta respon ikan terhadap perubahan kondisi lingkungan. Analisis hubungan panjang-berat terhadap 1.882 ekor sampel ikan lemuru menghasilkan persamaan $W = 0,0114 \times FL^{2,9358}$ dengan koefisien determinasi (R^2) = 0,9297. Nilai R^2 sebesar 92,97% mengindikasikan bahwa variasi berat ikan sangat dipengaruhi oleh panjang tubuhnya. Kisaran panjang cagak sampel adalah 9,7–18,3 cm dengan kisaran berat 9,04–59,23 gram. Hasil uji-T menunjukkan nilai T hitung (3,43) > T tabel (1,96) pada selang kepercayaan 95%, sehingga H_0 ditolak dan pola pertumbuhan dinyatakan alometrik negatif ($b = 2,9358 < 3$). Berikut grafik hubungan panjang dan berat ikan lemuru pada periode penelitian dapat dilihat pada Gambar 3

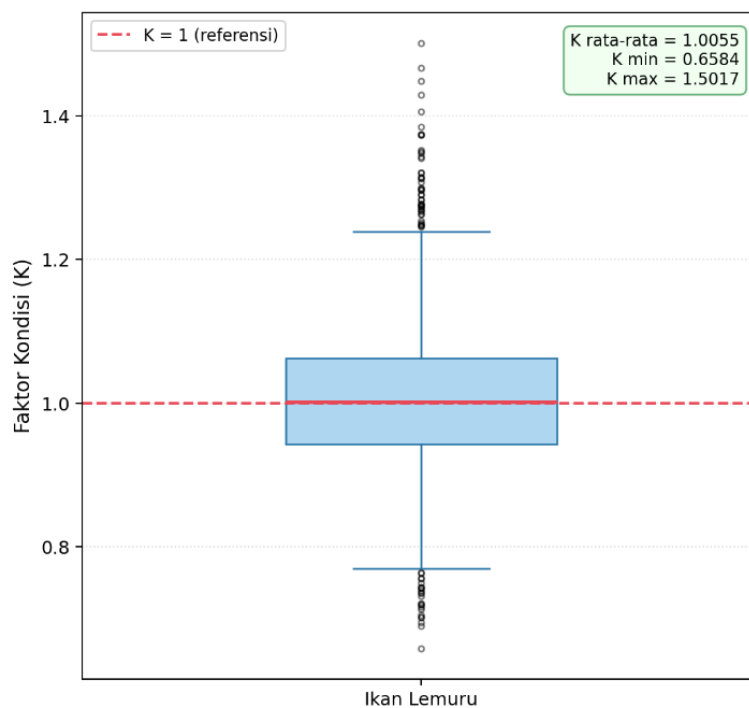


Gambar 3. Hubungan Panjang dan Berat Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru*) PPI Kedonganan, Bali (Februari – April 2025)

Pola alometrik negatif mengindikasikan bahwa pertumbuhan panjang ikan lebih cepat dibandingkan pertumbuhannya beratnya, sehingga ikan cenderung lebih ramping secara proporsional seiring bertambah panjang. Nilai b pada hubungan panjang-berat dapat bervariasi secara spasial dan temporal karena dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, ketersediaan pakan, musim, dan tingkat kematangan gonad (Kartini et al, 2017). Hasil ini selaras dengan penelitian Nurtira et al, (2021) yang juga menemukan pola alometrik pada

ikan lemuru di PPI Kedonganan, namun berbeda dengan pernyataan Setyohadi dan Wiadnya (2018) yang menunjukkan alometrik positif di Selat Bali pada periode pengamatan yang berbeda.

Faktor kondisi merupakan indikator yang menggambarkan tingkat kebugaran ikan secara kualitatif, yang dihitung berdasarkan hubungan antara panjang dan berat tubuh ikan. Parameter ini mencerminkan kondisi fisik ikan dalam kaitannya dengan kemampuan untuk bertahan hidup dan melakukan reproduksi. Faktor kondisi alometris ikan lemuru yang didaratkan di PPI Kedonganan berkisar antara 0,95–1,05 dengan rata-rata $K = 1,01$. Nilai $K > 1$ (Gambar 4) mengindikasikan bahwa secara fisiologis ikan lemuru berada dalam kondisi baik dan sehat. Nilai faktor kondisi ikan lemuru yang mendekati 1 mengindikasikan bahwa ikan berada dalam kondisi fisiologis yang baik. Nilai faktor kondisi relatif ikan lemuru di perairan Selat Bali berkisar antara 0,95–1,28 dan berfluktuasi setiap bulannya, kondisi ini diduga dipengaruhi oleh ketersediaan makanan di perairan tersebut. Meskipun pertumbuhan beratnya relatif lebih lambat dibandingkan pertumbuhan panjang, kondisi tubuh yang terjaga ini menunjukkan bahwa asupan pakan di habitatnya masih mencukupi kebutuhan dasar ikan (Wujdi et al, 2012).



Gambar 4. Boxplot Faktor Kondisi Alometris

Kondisi baik yang tercermin dari faktor kondisi ini penting sebagai penanda dalam menilai penyebab penurunan stok. Terlepas dari kapasitas dukung lingkungan suatu spesies, indeks kondisi individu akan meningkat seiring dengan meningkatnya mortalitas penangkapan, yakni dengan berkurangnya ukuran stok, sehingga indeks kondisi pada populasi yang terbatas pakan dapat digunakan untuk membedakan populasi yang mengalami tangkap lebih dari yang tidak mengalami tangkap lebih (Haberle et al, 2023). Dengan demikian, faktor kondisi yang masih berada pada kisaran normal mengisyaratkan bahwa penurunan stok ikan lemuru lebih disebabkan oleh tekanan penangkapan berlebih, bukan oleh degradasi kualitas habitat maupun berkurangnya ketersediaan pakan.

Nisbah Kelamin

Nisbah kelamin merupakan perbandingan antara jumlah individu betina dan jantan dalam total populasi ikan yang diamati setiap bulan. Parameter ini termasuk salah satu variabel penting dalam kajian riwayat hidup (*life history*) ikan, yang berperan sebagai indikator untuk menilai tingkat kebugaran dan kapasitas reproduksi suatu populasi. Pengamatan terhadap 256 ekor sampel ikan lemuru menunjukkan komposisi 120 ekor jantan

(47%) dan 136 ekor betina (53%) dengan rasio 0,88:1. Berikut adalah proporsi ikan lemuru pada periode penelitian dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Proporsi Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru*)

Analisis selanjutnya yaitu analisis *Chi-square* terhadap perbandingan jenis kelamin ikan lemuru jantan dan ikan lemuru betina yang menunjukkan nilai seperti pada Tabel 7. Berdasarkan hasil analisis *Chi-square* didapatkan Nilai X^2 hitung sebesar 1 dan nilai X^2 tabel sebesar 3,83 (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa X^2 hitung < X^2 tabel yang artinya gagal tolak H_0 dan tolak H_1 yang berarti perbandingan ikan jantan dan betina adalah 1:1 atau seimbang yang mana tidak ada perbedaan yang nyata antara rasio yang didapatkan (observasi) dengan rasio yang diharapkan. Berdasarkan hasil observasi peneliti menemukan 120 ekor jantan dan 136 ekor betina, namun data tersebut secara statistik perbedaannya tidak cukup besar untuk dianggap nyata. Oleh karena itu, nisbah kelamin tetap dianggap 1:1 atau seimbang. Keseimbangan nisbah kelamin mengindikasikan bahwa populasi ikan lemuru di perairan Selat Bali masih memiliki kapasitas reproduksi yang potensial, dengan jumlah individu jantan dan betina yang relatif proporsional untuk mendukung proses pemijahan.

Tabel 2. Hasil Analisis *Chi-Square* Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru*)

No	Chi-Square	Fo (Frekuensi yang diamati)	Fh (Frekuensi harapan)	(fo-fh) ²	(fo-fh) ² /fh
1	Jantan	120	128	64	0.5
2	Betina	136	128	64	0.5
Total		256			1

Ukuran Layak Tangkap

Length at first capture (Lc) merupakan parameter penting dalam perikanan karena dapat digunakan untuk menilai apakah ukuran tangkap sudah sesuai dengan ukuran ikan yang matang secara seksual, sehingga berpengaruh pada keberlanjutan stok ikan. Berdasarkan analisis distribusi frekuensi panjang dari 1.882 ekor sampel, diperoleh nilai Lc = 13,92 cm. Nilai ini lebih kecil dibandingkan panjang pertama kali matang gonad Lm = 17,3 cm yang mengacu pada Setyohadi dan Wiadnya (2018). Kondisi Lc < Lm mengindikasikan bahwa sebagian besar ikan lemuru yang didaratkan di PPI Kedonganan belum mencapai ukuran layak tangkap dan masih berada pada tahap *immature*.

Kondisi ketika Lc lebih kecil daripada Lm menunjukkan implikasi ekologis yang cukup serius, hal ini dikarenakan individu yang dominan tertangkap adalah ikan muda yang belum sempat memijah sehingga proses rekrutmen terganggu dan kemampuan reproduksi populasi terus menurun (Oktaviyani & Kurniawan, 2017). Secara ekologis, fenomena ini dikenal sebagai *growth overfishing*, yaitu kondisi dimana penangkapan didominasi oleh individu yang belum dewasa sehingga potensi pertumbuhan biomassa dan reproduksi tidak dapat dimanfaatkan

secara optimal (Pramurdya et al, 2022). Hal ini juga dilaporkan oleh (Nurmia et al, 2023) pada *Sardinella lemuru* di PPI Tanjung Luar, yang menunjukkan bahwa hasil tangkapan didominasi oleh individu yang belum matang gonad. Kondisi ini mengindikasikan adanya tekanan penangkapan terhadap ikan muda yang berpotensi tidak hanya terjadi di satu lokasi, tetapi juga dapat berlangsung pada perikanan lemuru di wilayah lain dengan karakteristik penangkapan yang serupa.

**Status Pemanfaatan (LB-SPR)
Parameter Pertumbuhan dan Mortalitas**

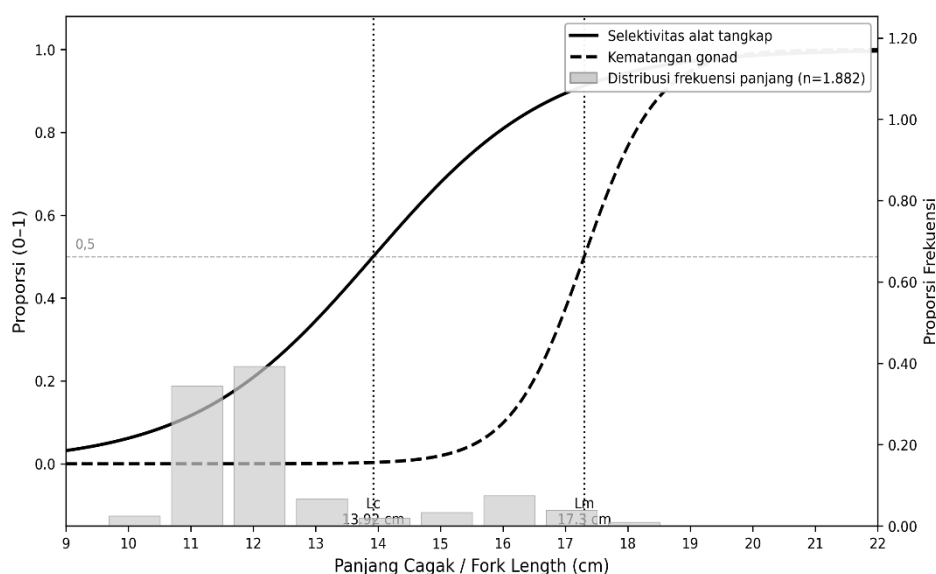
Pendugaan status pemanfaatan suatu perairan dapat dilakukan dengan metode analisis LB-SPR. Metode ini merupakan metode sederhana yang dapat digunakan untuk mengetahui status pemanfaatan suatu perairan karena membutuhkan data yang sederhana. Perhitungan nilai K dan L_{∞} diperoleh menggunakan bantuan software FISAT II metode ELEFAN I dengan menggunakan data panjang ikan lemuru. Hasil analisis ELEFAN I menghasilkan parameter pertumbuhan Von Bertalanffy dengan nilai panjang asimtotik $L_{\infty} = 21,69$ cm dan koefisien pertumbuhan $K = 0,55$ /tahun, serta nilai $t_0 = -0,09$ tahun. Persamaan pertumbuhan von Bertalanffy ikan lemuru adalah:

$$L_t = 21,69 (1 - e^{-0,55(t+0,09)}).$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai mortalitas alami yang dihitung dengan rumus *Pauly's Equation* dan didapatkan nilai M sebesar 1,38/tahun sehingga nilai M/K adalah 2,5. Nilai L_m ikan lemuru yang digunakan yakni 17,3 cm dan L_{95} 19,03 cm berdasarkan hasil penelitian oleh Setyohadi dan Wiadnya (2018).

Kurva Selektivitas–Kematangan dan Nilai SPR

Hasil analisis menggunakan platform online barefootecologist.com.au/lbspr dengan memasukkan parameter $L_{\infty} = 21,69$ cm, $K = 0,55$ /tahun, $M/K = 2,50$, $L_m = 17,3$ cm, dan $L_{95} = 19,03$ cm menghasilkan nilai SPR = 6%. Berdasarkan kategorisasi (Hordyk et al., 2015) nilai SPR 6% jauh di bawah ambang batas limit *reference point* (SPR = 20%) dan target *reference point* (SPR = 40%), sehingga ikan lemuru yang didaratkan di PPI Kedonganan dinyatakan berstatus *over exploited*. Kurva selektivitas–kematangan hasil analisis LB-SPR disajikan pada Gambar X. Kurva selektivitas alat tangkap (garis solid) menunjukkan bahwa 50% ikan mulai tertangkap pada ukuran $L_c = 13,92$ cm, sedangkan kurva kematangan gonad (garis putus-putus) menunjukkan bahwa 50% individu baru mencapai matang gonad pada ukuran $L_m = 17,3$ cm. Distribusi frekuensi panjang sampel ($n = 1.882$) yang ditampilkan sebagai bar memperlihatkan bahwa tangkapan didominasi oleh kelas panjang 11–13 cm, jauh di bawah L_m .



Gambar 6. Kurva selektivitas alat tangkap dan kematangan gonad ikan lemuru (*Sardinella lemuru*) di PPI Kedonganan, Bali. Keterangan: ($n = 1.882$).

Kurva diatas menunjukkan jarak yang lebar antara kurva selektivitas dan kurva kematangan, hal ini menunjukkan bahwa alat tangkap yang dioperasikan di PPI Kedonganan menangkap ikan dalam jumlah besar jauh sebelum individu mencapai kematangan seksual. Nilai SPR sebesar 6% tergolong dalam kategori *over exploited* yang mengindikasikan adanya tekanan penangkapan yang tinggi pada populasi ikan lemuru. Berdasarkan standar pengelolaan sumber daya perikanan, nilai SPR yang sehat umumnya 40%. Jika nilai SPR berada di bawah batas ini, maka ada risiko penurunan stok secara signifikan dan *overfishing* akan sangat mungkin terjadi. Konsekuensi dari nilai SPR yang rendah antara lain adalah risiko penurunan stok ikan secara signifikan, berkurangnya jumlah ikan dewasa yang mampu bertelur, dan kemungkinan terjadinya *overfishing* yang dapat mengancam kelangsungan populasi dalam jangka panjang.

Hasil kajian daerah penangkapan dan aspek biologi secara terpadu menunjukkan pola yang konsisten dan saling memperkuat. Konsentrasi upaya penangkapan di zona pesisir (1–3 mil) yang merupakan habitat asuhan (*nursery ground*) ikan lemuru muda secara langsung menyebabkan armada tradisional beroperasi pada area yang beririsan langsung dengan distribusi juvenil. Hal ini diperkuat oleh penggunaan *mesh size* kecil (1–1,5 inch) pada ketiga jenis alat tangkap yang dioperasikan, dimana secara teknis berpotensi untuk dapat menurunkan selektivitas ukuran dan meningkatkan proporsi individu belum dewasa dalam komposisi hasil tangkapan. Hasil analisis biologis ditunjukkan dari nilai L_c (13,92 cm) yang secara signifikan lebih rendah dari L_m (17,3 cm), mengindikasikan bahwa sebagian besar individu yang didaratkan belum mencapai kematangan gonad. Sementara itu, nisbah kelamin yang seimbang (1:1) dan nilai faktor kondisi yang baik ($K = 1,01$) menunjukkan bahwa kapasitas reproduksi populasi secara fisiologis masih terpelihara, namun berpotensi untuk terdegradasi akibat intensitas penangkapan pada individu muda yang terus berlangsung. Dengan demikian, kondisi daerah penangkapan dan parameter biologi secara bersama-sama membentuk pola tekanan eksploitasi yang sistematis terhadap individu yang belum matang gonad, yang pada akhirnya berimplikasi pada penurunan kapasitas reproduksi populasi ikan lemuru di perairan Selat Bali

KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa daerah penangkapan ikan lemuru yang didaratkan di PPI Kedonganan terkonsentrasi di zona pesisir Selat Bali pada jarak 1–3 mil dari pantai, dengan armada penangkapan didominasi kapal tradisional berukuran <5 GT yang mengoperasikan *purse seine*, *gillnet*, dan serok dengan *mesh size* 1–1,5 inch. Parameter oseanografi menunjukkan bahwa suhu permukaan laut memiliki hubungan negatif ($r = -0,359$) dan konsentrasi klorofil-a memiliki hubungan positif ($r = 0,135$) terhadap produksi ikan lemuru, dengan pola yang dikendalikan oleh dinamika monsun dan *upwelling* di Selat Bali. Aspek biologi mengkonfirmasi dominasi ikan muda dalam hasil tangkapan, yang ditunjukkan oleh pola pertumbuhan alometrik negatif ($b = 2,9358$; $R^2 = 0,9297$), faktor kondisi rata-rata $K = 1,01$, nisbah kelamin seimbang (1:1), serta nilai panjang pertama kali tertangkap ($L_c = 13,92$ cm) yang lebih kecil dari panjang pertama kali matang gonad ($L_m = 17,3$ cm), mengindikasikan mayoritas ikan yang didaratkan belum layak tangkap. Status pemanfaatan ikan lemuru di PPI Kedonganan dinyatakan *over exploited* dengan nilai SPR = 6%, yang merupakan konsekuensi kumulatif dari daerah penangkapan pesisir, penggunaan alat tangkap tidak selektif, dan penangkapan masif ikan yang belum matang gonad. Berdasarkan hasil penelitian, diperlukan beberapa langkah pengelolaan khususnya untuk kegiatan operasi penangkapan lemuru di PPI Kedonganan Bali, antara lain : (1) penetapan ukuran mata jaring minimum sebesar 2 inci pada alat tangkap *purse seine* dan *gillnet* untuk mengurangi tangkapan ikan di bawah ukuran layak tangkap; (2) penerapan sistem zonasi penangkapan dengan penetapan zona perlindungan di area pemijahan di pesisir Selat Bali; dan (3) pembatasan musim penangkapan pada periode puncak pemijahan (Januari–Maret) guna memungkinkan pemulihan stok secara alami. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar dilakukan kajian

serupa dengan cakupan data yang lebih panjang (minimal 5 tahun) dan melibatkan data upaya penangkapan (*effort*) secara langsung, sehingga dapat dilakukan analisis surplus produksi sebagai pembanding metode LB-SPR dalam mengestimasi status pemanfaatan ikan lemuru di Selat Bali.

DAFTAR PUSTAKA

- Adivitasari, R. M., Kunarso, K., & Wirasatriya, A. (2022). Hubungan zona penangkapan ikan lemuru (*sardinella lemuru*) dengan suhu permukaan laut dan klorofil-a pada variabilitas iklim di Selat Bali. *Indonesian Journal of Oceanography*, 4(2), 41-55.
DOI: <https://doi.org/10.14710/ijoce.v4i2.13516>.
- Dinas Perikanan Kabupaten Badung. *Informasi dan Data Perikanan Tahun 2025*. Badung, Bali: Dinas Perikanan Kabupaten Badung; 2025
- Effendie Ml. *Biologi Perikanan*. Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nusatama. 2002
- Froehlich, C. Y., Lee, A. M., Oquita, R., Cintra-Buenrostro, C. E., & Shively, J. D. (2021). Reproductive characteristics of Red Snapper *Lutjanus campechanus* on artificial reefs in different jurisdictions. *Regional Studies in Marine Science*, 47, 101936.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2021.101936>
- Grati, F., Azzurro, E., Scanu, M., Tasseti, A. N., Bolognini, L., Guicciardi, S., ... & Arneri, E. (2022). Mapping small-scale fisheries through a coordinated participatory strategy. *Fish and fisheries*, 23(4), 773-785.
DOI: <https://doi.org/10.1111/faf.12644>
- Gustantia, N., Osawa, T., Dharma, I. G. B. S., & Adnyana, W. S. (2021). Relationship Between Chlorophyll-a And Sea Surface Temperatur With Sardinella Lemuru Catching In Bali Strait. *Ecotrophic*, 15(1), 12-26.
DOI: <https://doi.org/10.24843/EJES.2021.v15.i01.p02>
- Haberle I, Jusup M, Legović T, Klanjšček J. Fish condition as an indicator of stock status: Insights from condition index in a food-limiting environment. *Fish and Fisheries*. 2023;24(3):456–470.
DOI: <https://doi.org/10.1111/faf.12744>
- Hordyk, A., Ono, K., Valencia, S., Loneragan, N., & Prince, J. (2015). A novel length-based empirical estimation method of spawning potential ratio (SPR), and tests of its performance, for small-scale, data-poor fisheries. *ICES Journal of Marine Science*, 72(1), 217-231.
DOI: <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsu004>
- Jatisworo, D., Sukresno, B., Kusuma, D. W., & Susilo, E. (2022). Bali Strait's potential fishing zone of *Sardinella lemuru*. *Indonesian Journal of Geography*, 54(2), 254-262.
DOI: <https://doi.org/10.22146/ijg.66380>
- Kartini, N., Boer, M., & Affandi, R. (2017). Pertumbuhan, faktor kondisi, dan beberapa aspek reproduksi ikan lemuru (*Amblygaster sirm*, Walbaum 1792) di Perairan Selat Sunda. *BAWAL Widya Riset Perikanan Tangkap*, 9(1), 43-56.
DOI: <https://doi.org/10.15578/bawal.9.1.2017.43-56>
- Kouadio, J. M., Ndiaye, W., Kassi, A. J. B., Niang, T., Djagoua, E. V., & Diouf, A. A. (2021). Seasonal variability of sea surface temperature and chlorophyll concentration and its correlation with pelagic fish catch in Senegalese Exclusive Economic Zone (EEZ). *Agriculture, Forestry and Fisheries*, 10(5), 176-182.
DOI: <https://doi.org/10.11648/j.aff.20211005.12>
- Le Cren, E. D. (1951). The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *The Journal of Animal Ecology*, 201-219.
DOI: <https://doi.org/10.2307/1540>
- Nurmia, L. Z., Karnan, K., & Mahrus, M. (2023). Reproductive Aspects of Lemuru Fish (*Sardinella Lemuru*) Landed at PPI Tanjung Luar East Lombok as Enrichment Material for Zoology Subjects. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(1), 520-530.

- DOI: <https://doi.org/10.29303/jbt.v23i1.5351>
Nurtira, I., Restu, I. W., & Pratiwi, M. A. (2021). Produksi dan Pertumbuhan Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru*) yang Didaratkan di PPI Kedonganan, Bali. *Current Trends in Aquatic Science*, 4(2).
DOI: <https://ojs.unud.ac.id/index.php/ctas/article/view/75676/43139>
- Oktaviyani, S., & Kurniawan, W. (2017). Aspek reproduksi ikan kakap *Lutjanus vitta* (Quoy & Gaimard, 1824) di Teluk Jakarta dan sekitarnya. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 17(2), 215-225.
DOI: <https://doi.org/10.32491/jii.v17i2.360>
- Pauly D. Some Simple Methods For The Assessment Of Tropical Fish Stocks. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1983.
- Pertami, N. D., Rahardjo, M. F., Damar, A., & Nurjaya, I. W. (2019). Food and feeding habit of Bali *Sardinella*, *Sardinella lemuru* Bleeker, 1853 in Bali Strait waters. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 19(1), 143-155.
DOI: <https://doi.org/10.32491/jii.v19i1.444>
- Pertiwi, N. P. D., Bestari, I. A. P., Al Malik, M. D., & Phuong, M. A. (2023). Population Analysis of Bali *Sardinella* (*Sardinella lemuru*, Bleeker 1853) Landed in PPI Kedonganan using Length-Weight Data and Digital Analysis (ImageJ). *ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 28(1).
DOI: <https://doi.org/10.14710/ik.ijms.28.1.90-96>
- Putri, F. Y., Kurniawan, A., & Parmawati, R. DI SELAT BALI.
DOI: <https://doi.org/10.21776/ub.ecsofim.2023.010.02.04>
- Pramurda, Y. N., Watiniasih, N. L., & Ginantra, I. K. (2022). POPULASI DAN RASIO POTENSI PEMIJAHAN IKAN CAKALANG (*Katsuwonus Pelamis* (Linnaeus, 1758)) DI PERAIRAN SELATAN BALI. *Saintek Perikanan: Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 18(4), 195-204.
DOI: <https://doi.org/10.14710/ijfst.18.4.195-204>
- Prince, J., Creech, S., Madduppa, H., & Hordyk, A. (2020). Length based assessment of spawning potential ratio in data-poor fisheries for blue swimming crab (*Portunus* spp.) in Sri Lanka and Indonesia: Implications for sustainable management. *Regional Studies in Marine Science*, 36, 101309.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2020.101309>
- Rahadian, L. D., Khan, A. M., Dewanti, L. P., & Apriliani, I. M. (2019). Analisis Sebaran Suhu Permukaan Laut pada Musim Barat dan Musim Timur Terhadap Produksi Hasil Tangkapan Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru*) Di Perairan Selat Bali. *Jurnal Perikanan Kelautan*, 10(2).
DOI: <https://jurnal.unpad.ac.id/jpk/article/view/26092>
- Sartimbul, A., Nakata, H., Rohadi, E., Yusuf, B., & Kadarisman, H. P. (2010). Variations in chlorophyll-a concentration and the impact on *Sardinella lemuru* catches in Bali Strait, Indonesia. *Progress in Oceanography*, 87(1-4), 168-174.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2010.09.002>
- Setyohadi D, Wiadnya DGR. Pengkajian Stok dan Dinamika Populasi Ikan Lemuru. Malang: UB Press. 2018.
- Setyohadi D, Zakiyah U, Sambah AB, Wijaya A. Upwelling impact on *Sardinella lemuru* during the Indian Ocean Dipole in the Bali Strait, Indonesia. *Fishes*. 2021;6(1):8.
DOI: <https://doi.org/10.3390/fishes6010008>
- Sparre, P. (1998). Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual. *FAO Fish. Tech. Paper.*, 306, 1-407.
- Suariningsih, K. T., Restu, I. W., & Pratiwi, M. A. (2021). Penilaian status domain sumber daya ikan lemuru dengan pendekatan ekosistem yang didaratkan di PPI Kedonganan, Bali. *Ecotrophic*, 15(2), 236-246.

DOI: <https://doi.org/10.24843/EJES.2021.v15.i02.p08>

Thiault, L., Collin, A., Chlous, F., Gelcich, S., & Claudet, J. (2017). Combining participatory and socioeconomic approaches to map fishing effort in small-scale fisheries. *PLoS One*, 12(5), e0176862.

DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176862>

Wujdi, A., Suwarso, S., & Wudianto, W. (2016). Hubungan panjang bobot, faktor kondisi dan struktur ukuran ikan lemuru (*Sardinella lemuru*) di Perairan Selat Bali. *BAWAL Widya Riset Perikanan Tangkap*, 4(2), 83-89.

DOI: <https://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/bawal/article/view/687>