

ANALISIS BIOEKONOMI DAN HUBUNGAN PANJANG BERAT IKAN KEMBUNG HASIL TANGKAPAN PURSE SEINE DI TPI PAITON PROBOLINGGO

BIOECONOMIC ANALYSIS AND LENGTH WEIGHT -TERM RELATIONSHIP OF MACKEREL WEIGHT CAUGHT BY PURSE SEINE AT TPI PAITON PROBOLINGGO

Nur Tri Alfiana Darmastuti*, Adriana Monica Sahidu, Kustiawan Tri Pursetyo

Universitas Airlangga

*e-mail: alfianafpkua@gmail

ABSTRAK

Indonesia adalah negara kepulauan dan maritim terbesar di dunia, dengan garis pantai yang membentang 81.290 km, menawarkan potensi yang signifikan untuk perikanan tangkap laut. Salah satu kontributor utama produksi perikanan tangkap laut Indonesia adalah Provinsi Jawa Timur, yang menempati peringkat kedua sebagai produsen tertinggi kedua di negara ini. Kegiatan penangkapan ikan sangat terkonsentrasi di Fish Landing Center (TPI), di mana hasil tangkapan didominasi oleh spesies pelagis kecil seperti tembang (sarden), makarel, scads, dan benggol. Di antaranya, ikan kembung India (*Rastrelliger kanagurta*) adalah spesies bernilai ekonomi tinggi yang dieksploitasi secara luas di seluruh Asia Tenggara. Nilai ekonomi yang tinggi telah mendorong eksploitasi intensif. Beberapa penelitian di Laut Jawa utara bagian Kawasan Pengelolaan Perikanan (FMA) 712 telah menimbulkan kekhawatiran tentang keberlanjutan sumber daya ini. Studi ini bertujuan untuk menganalisis tingkat pemanfaatan sumber daya makarel India dan relevansinya dengan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) di TPI Paiton. Hasil penelitian menunjukkan bahwa stok ikan kembung India berada dalam kondisi eksploitasi yang berlebihan, seperti yang ditunjukkan oleh nilai Hasil Ekonomi Maksimum (MEY) sebesar 2.250,820495, yang melebihi ambang batas maksimum yang direkomendasikan. Selain itu, nilai Hasil Berkelanjutan Maksimum (MSY) sebesar 2.356,466918 juga melampaui batas optima, mengindikasikan tekanan penangkapan ikan yang berlebihan pada stok. Parameter pendukung, seperti hubungan panjang-berat, mengungkapkan pola pertumbuhan isometrik negatif. Dari perspektif keberlanjutan, temuan ini menyoroti urgensi penerapan pengelolaan perikanan berkelanjutan untuk memastikan konservasi ekosistem laut dan mata pencaharian nelayan loka di daerah tersebut.

Kata kunci: *bioekonomi; ikan kembung; paiton; purse seine; overeksploitasi*

ABSTRACT

*Indonesia is the largest archipelagic and maritime country in the world, with a coastline stretching 81,290 km, offering significant potential for marine capture fisheries. One of the major contributors to Indonesia's marine capture fisheries production is East Java Province, which ranks as the country's second-highest producer. Fishers concentrate their fishing activities at Fish Landing Centers (TPI), where small pelagic species such as tembang (sardines), mackerel, scads, and benggol dominate the catch. Among these species, the mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) holds high economic value and is subject to extensive exploitation across Southeast Asia. The high monetary value has driven intensive exploitation. Several studies in the northern part of the Java Sea, within Fisheries Management Area (FMA) 712, have raised concerns about the sustainability of this resource. This study aims to analyze the utilization level of Indian mackerel resources and their relevance to the Sustainable Development Goals (SDGs) at the TPI Paiton. The results show that the Indian mackerel stock is in an overexploited condition, as*

indicated by a Maximum Economic Yield (MEY) value of 2,250.820495, which exceeds the recommended maximum threshold. The Maximum Sustainable Yield (MSY) value of 2,356.466918 also surpasses the optimum limit, indicating excessive fishing pressure on the stock. Supporting parameters, such as the length-weight relationship, revealed a negative allometric growth pattern from a sustainability perspective. These findings underscore the importance of implementing sustainable fisheries management to conserve marine ecosystems and support the livelihoods of local fishers in the area.

Keywords: *bioeconomic; mackerel; paiton; purse seine; overexploited*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan dan maritim terbesar dengan garis pantai mencapai 81.290 km, yang membawa potensi perikanan tangkap yang sangat besar (Ramadhani, 2023). Dalam skala nasional, produksi perikanan tangkap laut menunjukkan tren peningkatan, dimana pada tahun 2019 produksi mencapai 6,6 juta ton dan hingga Oktober 2024 telah mencapai 10,24 juta ton (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2022). Kontribusi penting terhadap produksi perikanan tangkap laut di Indonesia ini salah satunya datang dari Provinsi Jawa Timur, yang merupakan penghasil ikan tangkap tertinggi kedua di Indonesia. Salah satu kabupaten penyumbang utama di Jawa Timur adalah Kabupaten Probolinggo, dengan produksi perikanan tangkap laut sebesar 48.016,37 Ton pada tahun 2023 (BPS Kabupaten Probolinggo, 2023). Aktivitas penangkapan ini banyak berkonsentrasi di Tempat Pelelangan Ikan (TPI), dengan hasil tangkapan didominasi oleh kelompok ikan pelagis kecil seperti tembang, kembung, layang, dan benggol.

Salah satu sumber daya ikan pelagis, yaitu ikan kembung termasuk salah satu jenis ikan dengan nilai ekonomis tinggi di Asia Tenggara tidak hanya untuk konsumsi tetapi juga sebagai umpan dalam penangkapan ikan karang (Kantun *et al.*, 2021; Tupamahu *et al.*, 2021). Tingginya nilai ekonomis ini mendorong eksploitasi yang intensif. Beberapa penelitian di perairan Utara Jawa, yang termasuk dalam Wilayah Pengelolaan Perikanan (WPP) NRI 712, mengindikasikan bahwa stok ikan kembung telah mengalami tekanan penangkapan yang tinggi dan berada dalam kondisi *overfishing* (Saputra & Taufani, 2021; Zamroni & Ernawati, 2019). Hal ini dikhawatirkan dapat memberikan pengaruh negatif terhadap kelestarian sumber daya ikan kembung (Latuconsina *et al.*, 2023), serta spesies yang berinteraksi dengannya dalam ekosistem menyadari ancaman terhadap stok ikan, pemerintah telah menetapkan kebijakan pengelolaan melalui Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 19 Tahun 2022, yang menargetkan pemanfaatan hanya 80% dari potensi lestari (MSY/MMSY) untuk pemulihan stok (Putra *et al.*, 2023). Implementasi kebijakan ini memerlukan data dan

definisi yang jelas tentang suatu perikanan. Kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa perikanan kembung, khususnya di WPP NRI 712, justru belum terdefinisi dengan baik (*poorly defined*), sehingga menyulitkan proses pemantauan dan pengelolaan yang efektif (Bioinspecta, 2019).

Kondisi tidak terdefinisi dengan baik ini mungkin menjadi penyebab ketidakpastian data dan ketidakkonsistenan informasi yang terjadi di tingkat lokal. Sebagai contoh, di Kecamatan Paiton, Kabupaten Probolinggo yang memiliki TPI paling unggul terdapat dua narasi yang bertolak belakang. Pegawai TPI setempat menyatakan bahwa hasil tangkapan ikan cenderung menurun akibat musim yang tidak menentu, Data dari Dinas Perikanan Kabupaten Probolinggo tahun 2016–2020 justru menunjukkan adanya peningkatan produksi yang fluktuatif namun signifikan, dengan rata-rata kenaikan sebesar 127% dalam tahun tersebut.

Tabel 1. Data Perikanan Tangkap Laut 2016-2020

Subsektor Perikanan	2016	2017	2018	2019	2020	Kenaikan Rata-Rata
Perikanan Tangkap Laut (Ton)	346	82,44	8,05	73,29	95,13	127%

Sumber: Dinas Perikanan TPI Paiton

Ketidakkonsistenan data ini memperkuat temuan dari laporan Bioinspecta (2019) dan menunjukkan bahwa dasar data untuk pengambilan keputusan pengelolaan perikanan kembung di wilayah ini masih lemah. Suatu perikanan, diperlukan tidak hanya informasi mengenai spesies target, tetapi juga pemahaman menyeluruh terhadap seluruh komposisi hasil tangkapan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah ikan kembung (*Rastrelliger spp*) masuk dalam kategori *over fishing* serta mengetahui hubungan panjang berat ikan dengan estimasi biomassa, pertumbuhan ikan dan populasi ikan kembung yang ditangkap menggunakan kapal *purse seine* dan didaratkan di TPI Paiton, Probolinggo, WPP NRI 712 (Wiadnya *et al.*, 2023). Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan data pendukung yang akurat untuk mendefinisikan perikanan kembung secara lebih baik, yang pada akhirnya akan mempermudah proses pemantauan, penilaian stok, dan pengelolaan yang berkelanjutan.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif deskriptif untuk menganalisis hubungan panjang dan berat ikan kembung (*Rastrelliger spp.*) serta aspek bioekonomi dari hasil tangkapan alat tangkap *purse seine* di TPI Paiton, Kabupaten Probolinggo.

Data yang dikumpulkan terdiri dari data primer dan sekunder (Sugiyono, 2020). Data primer diperoleh melalui pengukuran langsung panjang dan berat ikan di lokasi pendaratan, serta wawancara dengan nelayan terkait biaya operasional, hasil tangkapan, dan harga jual. Data sekunder diperoleh dari instansi terkait seperti Dinas Perikanan dan statistik perikanan setempat.

Hubungan panjang dan berat dianalisis menggunakan rumus *allometrik* $W = aL^b$, di mana W adalah berat ikan (gram), L adalah panjang ikan (cm), dan a serta b adalah konstanta. Nilai b digunakan untuk menentukan pola pertumbuhan ikan (isometrik, alometrik positif, atau negatif). Analisis bioekonomi dilakukan dengan pendekatan model *Gordon-Schaefer*, untuk menentukan estimasi hasil tangkapan maksimum lestari (MSY) dan hasil ekonomi maksimum (MEY). Model ini digunakan untuk mengevaluasi tingkat pemanfaatan sumber daya ikan secara berkelanjutan, berdasarkan hubungan antara upaya penangkapan, hasil tangkapan, dan keuntungan ekonomi.

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Desa Sumberanyar yang merupakan wilayah tempat tinggal nelayan TPI Paiton yang sebagian besar masyarakatnya melakukan kegiatan usaha penangkapan ikan. Menurut Arikunto (2018) populasi adalah keseluruhan subyek penelitian. Populasi pada penelitian ini adalah masyarakat pesisir yang bekerja sebagai nahkoda atau pemilik kapal yang menangkap ikan kembung menggunakan *Purse seine* di TPI Paiton

Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei sampai Agustus 2025. Pelaksanaan penelitian ini terdiri dari tiga tahap yaitu penelitian pendahuluan, pengambilan data, serta analisis data. Penelitian pendahuluan telah dilakukan pada bulan Mei 2025. Penelitian pendahuluan dilakukan untuk survei lokasi penelitian termasuk penentuan titik pengambilan data serta penentuan responden penelitian, dan mengumpulkan beberapa informasi yang diperlukan dalam pelaksanaan penelitian. Pengambilan data dilaksanakan mulai Mei hingga bulan Agustus 2025.

Jenis dan Metode Pengambilan Data/ Alat dan Bahan

Metode pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan metode *purposive sampling*. Menurut Margono (2014), pemilihan sekelompok subjek dalam *purposive sampling*, didasarkan atas ciri-ciri tertentu yang dipandang mempunyai hubungan yang erat dengan ciri-ciri populasi yang sudah diketahui sebelumnya dengan kata lain unit sampel yang dihubungi disesuaikan dengan kriteria-kriteria tertentu yang diterapkan

berdasarkan tujuan penelitian. Kriteria yang ditetapkan sebagai dasar pengambilan sampel adalah sebagai berikut: Perahu yang digunakan untuk operasi menggunakan satu kapal berukuran 5-20 GT dan ikan yang diambil untuk diukur dalam keadaan utuh (tidak rusak/cacat), diukur panjang dan berat segera setelah ditangkap.

Sampel dalam penelitian ini merupakan ikan hasil tangkapan yang diperoleh dari jenis alat tangkap yaitu *Purse seine* yang digunakan nelayan Paiton, sampel diambil dari hasil tangkapan *Purse seine* sebanyak 180 ekor ikan, yang dipilih secara acak dari beberapa keranjang milik nelayan (Makarondong *et al.*, 2022). Pengambilan sampel dilakukan selama periode tiga bulan untuk memperoleh data yang mewakili kondisi secara menyeluruh.

Metode Analisis

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini ialah analisis terhadap parameter biologi dan parameter ekonomi serta menganalisa hubungan panjang berat ikan yang tertangkap oleh nelayan. Parameter biologi dianalisis dengan menghitung jumlah stok sumberdaya ikan di TPI Paiton Probolinggo dengan menggunakan Metode surplus produksi dan parameter ekonomi menggunakan model *Gordon-Schaefer*. Analisa hubungan panjang berat menggunakan *Linear Allometric Model* (LAM) (Effendie, 2002).

Metode Produksi Surplus

Analisis dalam kajian ini menggunakan pendekatan model produksi surplus. Model ini mendasarkan estimasinya pada data hasil tangkapan per unit upaya (*Catch Per Unit Effort* - CPUE) yang berfungsi sebagai data input utama. Data CPUE yang digunakan merupakan data deret waktu (*time-series*) tahunan yang dihimpun melalui kegiatan survei sampling di setiap lokasi penangkapan yang telah ditentukan.

Model *Gordon-Schaefer*, Model *Gordon-Schaefer*, CPUE (*Catch Per Unit Effort*) digunakan sebagai indikator kelimpahan stok ikan di perairan. Gordon (1954) dan Schaefer (1957) berasumsi bahwa jumlah hasil tangkapan per satuan upaya penangkapan berbanding lurus dengan ukuran stok ikan yang tersedia. Dengan kata lain, ketika stok ikan melimpah, nilai CPUE tinggi, dan sebaliknya ketika stok menurun, nilai CPUE juga akan menurun. Secara biologis, CPUE dianggap sebagai *proxy* stok ikan (biomassa) karena stok ikan tidak dapat diukur secara langsung di alam. Oleh karena itu, CPUE menjadi alat penting dalam analisis bioekonomi untuk menghubungkan aspek biologi (stok ikan) dan ekonomi (upaya penangkapan).

Rumus dasar CPUE menurut pendekatan Gordon–Schaefer adalah:

$$CPUE = \frac{C}{E} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

C = total hasil tangkapan (*Catch*),
 E = total upaya penangkapan (*Effort*).

Dalam model *Gordon–Schaefer*, *CPUE* diasumsikan sebanding dengan stok ikan (X), sehingga dirumuskan sebagai:

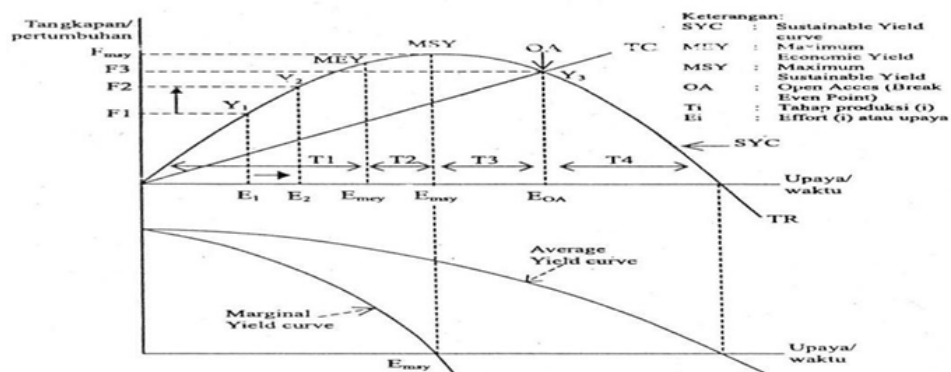
$$CPUE = q.X \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

q = koefisien daya tangkap (*catchability coefficient*),
 X = biomassa stok ikan.

Nilai q mencerminkan efisiensi alat tangkap dan kemampuan nelayan dalam menangkap ikan. Semakin besar nilai q , semakin besar proporsi stok yang dapat ditangkap pada tingkat upaya tertentu.

Model bioekonomi ini pertama kali dikembangkan oleh Gordon (1954), Berdasarkan pada fungsi produksi biologis Schaefer (1957), sehingga dikenal dengan sebutan model *Gordon-Schaefer*.



Gambar 1. Hubungan antara *Maximum Economic Yield* (MEY), *Maximum Sustainable Yield* (MSY) dan *Open Acces* (OA)

Sumber: Gordon (1954)

Gambar diatas memperlihatkan hubungan antara *Maximum Economic Yield* (MEY), *Maximum Sustainable Yield* (MSY), dan kondisi *Open Access* (OA) (Susilowati, 2006). Keuntungan berkelanjutan (*sustainable profit*) maksimum dapat diperoleh pada tingkat upaya *effort maximum economic yield* (EMEY), yaitu jarak horizontal terbesar antara kurva penerimaan dan kurva biaya. Tingkat MEY sering disebut sebagai *Maximum Economic Yield*, yakni tingkat produksi yang optimal secara ekonomi. Akan tetapi, pada kondisi *open access*, tingkat upaya yang dicapai justru lebih tinggi daripada MSY maupun MEY, sehingga menimbulkan alokasi input yang tidak efisien. Hal ini

mengindikasikan terjadinya *economic overfishing*, yaitu kondisi ketika eksploitasi berlebihan mengakibatkan stok sumber daya ditekan hingga tingkat yang terlalu rendah. Sebaliknya, pada tingkat MEY, stok biomassa berada pada kondisi yang lebih tinggi dengan jumlah input yang lebih sedikit, sehingga memberikan hasil optimal baik secara ekonomi maupun ekologi. Schaefer (1957) mengembangkan hubungan linear antara CPUE dan *effort*, yang diturunkan dari model pertumbuhan logistik stok ikan. Hubungan tersebut dinyatakan sebagai:

$$CPUE = a - bE \dots\dots\dots(3)$$

di mana:

$a = \textit{intercept}$, menunjukkan CPUE maksimum saat *effort* mendekati nol (kondisi stok masih alami),

$b = \textit{slope}$, menunjukkan laju penurunan CPUE akibat peningkatan *effort*,

$E = \textit{upaya}$ penangkapan.

Prinsip dasar dari model ini adalah adanya asumsi hubungan fungsional antara CPUE sebagai indikator kelimpahan stok dengan tingkat upaya penangkapan (f). Hubungan linear ini, dengan upaya yang diukur dalam satuan trip, direpresentasikan oleh persamaan yang didapat dari Spare *et al.* (1996) sebagai berikut.

$$MSY = \frac{B^{a^2} B}{4b} \textit{ maka } \uparrow MSY = \frac{F^a F}{2b} \dots\dots\dots(4)$$

Persamaan ini menunjukkan bahwa peningkatan *effort* secara berlebihan akan menurunkan CPUE, karena stok ikan semakin berkurang akibat eksploitasi. Hubungan linier ini menjadi dasar utama dalam analisis bioekonomi perikanan Gordon–Schaefer. Pendekatan bioekonomi statik dari Gordon-Schaefer. Model ini merupakan pengembangan yang mengintegrasikan fungsi produksi biologis Schaefer ke dalam suatu analisis ekonomi. Fondasi dari model ini adalah relasi kuadrat yang dipostulatkan antara besaran upaya penangkapan (E) dengan total hasil tangkapan (Q), yang secara matematis diekspresikan dalam persamaan berikut:

$$Q = Ae - Be^2 \dots\dots\dots(5)$$

Dengan berlandaskan pada titik referensi biologis Maximum Sustainable Yield (MSY), model Gordon-Schaefer memperkenalkan variabel ekonomi di bawah asumsi bahwa harga jual ikan per kilogram (p) dan biaya per unit upaya (c) bersifat konstan. Asumsi ini memungkinkan kuantifikasi pendapatan total (TR) sebagai produk dari hasil tangkapan dan total penangkapan (TC), persamaan tersebut dapat ditulis sebagai berikut (Abdusysyahid, 2024)

$$TR = PQ = p(aE - bE^2) \dots \dots \dots (6)$$

Biaya total usaha penangkapan ikan dapat dinyatakan sebagai $TC=c \cdot E$, sehingga keuntungan (π) diperoleh dari selisih antara penerimaan total (TR) dan biaya total (TC), yaitu

$$\pi = TR - TC = p(aE - bE^2) - cE \dots \dots \dots (7)$$

Keuntungan maksimum dicapai pada kondisi di mana turunan pertama fungsi keuntungan terhadap upaya penangkapan sama dengan nol ($d\pi/dE=0$), dengan syarat turunan keduanya bernilai negatif ($d^2\pi/dE^2<0$). Tingkat upaya penangkapan dan produksi yang memberikan keuntungan maksimum (E,Q) dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut

$$\frac{d\pi}{dE} = p(a - 2bE) - c = 0 \dots \dots \dots (8)$$

Sehingga, tingkat upaya penangkapan optimal adalah

$$E = \frac{a}{2b} - \frac{c}{2bp} = 0,5E \dots \dots \dots (9)$$

dan hasil tangkapan yang diperoleh pada kondisi tersebut adalah

$$Q = \frac{a^2}{4b} - \frac{c^2}{2bp^2} \dots \dots \dots (10)$$

Nilai Q ini disebut sebagai tingkat hasil ekonomi maksimum (MEY)

Hubungan Panjang Berat Ikan

Komposisi ukuran setiap jenis ikan dikelompokkan ke dalam kelas dan interval panjang total. Penentuan jumlah kelas dapat dihitung menggunakan rumus Sturges sebagaimana dijelaskan oleh Sonda *et al.* (2022), yaitu:

$$K = 1 + 3,3 \log n \dots \dots \dots (11)$$

Dengan keterangan:
K = jumlah kelas,
n = jumlah sampel.

Selanjutnya, lebar atau selang kelas ditentukan melalui persamaan

$$P = \frac{R}{K} \dots \dots \dots (12)$$

dengan keterangan:
P = selang kelas,
R = kisaran data (panjang maksimum – panjang minimum),
K = jumlah kelas.

Estimasi bobot ikan (W_{est}) diperoleh menggunakan persamaan:

$$W_{est} = aL^b \dots\dots\dots(13)$$

Analisis hubungan panjang dan berat dilakukan dengan regresi linier, di mana bobot ikan digunakan sebagai peubah terikat (*dependent variable*) dan panjang ikan sebagai peubah bebas (*independent variable*). Parameter *aaa* dan *bbb* ditentukan melalui Linear Allometric Model (LAM) berdasarkan hasil pengukuran panjang dan berat. Hubungan panjang-berat ikan dapat dinyatakan dengan persamaan (Effendie, 2002):

$$W = aL^b \dots\dots\dots(14)$$

atau dalam bentuk logaritmik:

$$\log W = \log a + b \log L \dots\dots\dots(15)$$

dengan keterangan:

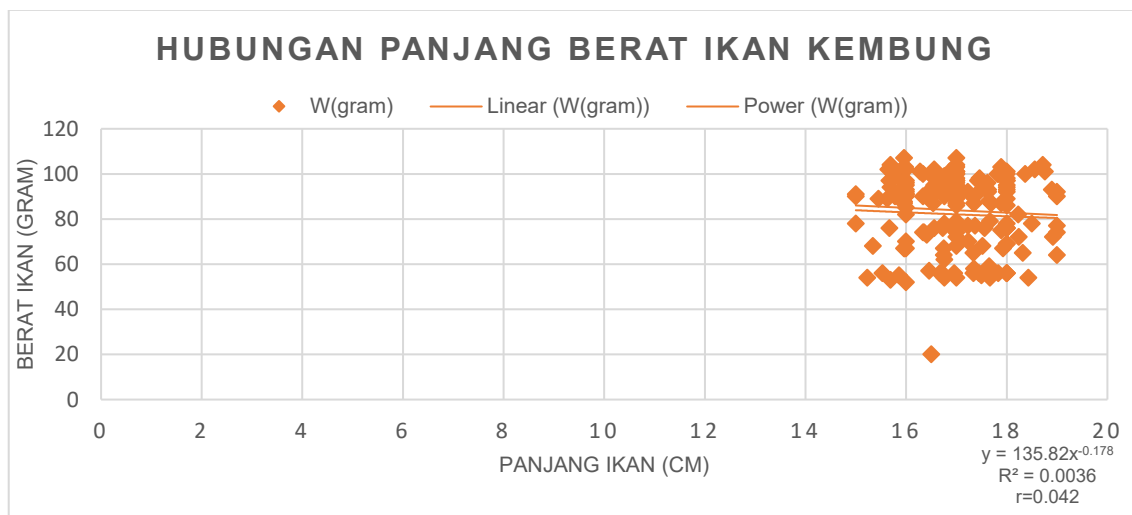
- W = bobot ikan (gram),
- L = panjang total ikan (cm),
- a = intersep regresi,
- b = koefisien regresi.

Nilai *b* pada persamaan panjang-berat memberikan informasi mengenai tipe pertumbuhan ikan. Apabila $b = 3$, pertumbuhan bersifat isometrik, yang berarti penambahan panjang seimbang dengan penambahan berat sehingga bentuk tubuh ikan relatif tidak berubah. Jika $b < 3$, maka pertumbuhan bersifat alometrik negatif, yaitu penambahan panjang lebih cepat dibandingkan penambahan bobot. Sebaliknya, jika $b > 3$, maka pertumbuhan bersifat alometrik positif, yang menunjukkan penambahan bobot lebih cepat dibandingkan penambahan panjang (Effendie, 2002). Ikan dengan $FK < 1$ menunjukkan kondisi tubuh yang relatif kurus atau kurang gemuk. Ikan dengan $FK > 1$ menunjukkan kondisi tubuh yang lebih padat atau sehat secara fisiologis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Hubungan Panjang dan Berat Ikan

Penelitian Dinh *et al.* (2022) dan Azrita *et al.* (2024) menunjukkan bahwa variasi nilai *b* antar populasi dapat terjadi akibat perubahan kualitas habitat, ketersediaan pakan, atau tekanan penangkapan. Dengan demikian, nilai *b* yang rendah pada penelitian ini mengindikasikan bahwa stok ikan kembung di wilayah Paiton mengalami tekanan ekologis dan biologis yang cukup signifikan.



Gambar 2. Hubungan Panjang Berat Ikan Kembung

Analisis hubungan panjang-berat menghasilkan persamaan regresi:

$W = 135.820 L^{-0.17782}$, $W = 135.820 \cdot L^{-0.17782}$ dengan koefisien determinasi $R^2 = 0,0036$

Persamaan ini menunjukkan bahwa kontribusi panjang terhadap berat sangat rendah. Nilai eksponen $b = -0,17782$ berada jauh di luar kisaran normal (2,5–3,5), sehingga mengindikasikan adanya ketidaksesuaian pola pertumbuhan. Nilai b negatif menandakan pertumbuhan yang tidak normal. Hal ini bisa disebabkan oleh keterbatasan ukuran sampel, data yang tidak homogen, atau kondisi biologis ikan yang kurang baik. Normalnya, nilai b mendekati 3 (isometrik) atau sedikit lebih besar/kecil (allometrik positif/negatif). Nilai yang terlalu jauh dari kisaran normal mencerminkan adanya tekanan lingkungan (Fadhila *et al.*, 2024).

Hasil allometrik analisis pada populasi ikan kembung (*Rastrelliger spp.*) di Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Paiton menunjukkan bahwa kondisi pertumbuhan ikan tidak berada dalam kisaran normal. Hal ini tercermin dari nilai eksponen b yang negatif ($-0,177$) dan nilai koefisien determinasi (R^2) yang sangat rendah (0,0036) dalam persamaan regresi panjang-berat $W = 135.820 L^{-0.17782}$. Nilai b yang jauh di bawah kisaran normal (2,5–3,5) menunjukkan bahwa peningkatan panjang tubuh tidak diiringi oleh penambahan berat badan yang sepadan, yang mengindikasikan pertumbuhan negatif. Nilai R^2 yang rendah juga menunjukkan lemahnya hubungan antara panjang dan berat tubuh ikan, yang dapat ditafsirkan sebagai indikasi stres fisiologis akibat tekanan penangkapan atau degradasi lingkungan (Sinambela *et al.*, 2022).

Kondisi pertumbuhan yang tidak normal ini sangat erat kaitannya dengan tingginya tingkat eksploitasi serta ketidakstabilan parameter lingkungan di wilayah

pesisir. Kegiatan penangkapan yang intensif, terutama ketika dilakukan secara terus-menerus tanpa mempertimbangkan kapasitas pemulihan stok ikan, akan menurunkan rasio pertumbuhan individu dan memperburuk kualitas biologis populasi. Situasi ini juga ditunjukkan oleh penurunan nilai *Catch Per Unit Effort* (CPUE) dari 0,082 pada tahun 2020 menjadi 0,041 pada tahun 2024, yang menggambarkan penurunan efisiensi penangkapan per unit usaha. Dalam kerangka bioekonomi, penurunan CPUE merupakan indikasi bahwa hasil tangkapan tidak sebanding dengan peningkatan effort, dan dapat menimbulkan kerugian ekonomi bagi nelayan (Sholehudin, 2024).

Ketika stok ikan berada dalam kondisi tertekan, pertumbuhan tubuh ikan melambat, distribusi spasial terganggu, dan hasil tangkapan per trip mengalami penurunan. Akibatnya, pendapatan nelayan juga menurun, terutama ketika biaya operasional seperti bahan bakar tetap tinggi. Dampak ini tidak hanya terasa pada tingkat individu, tetapi juga memengaruhi stabilitas ekonomi daerah yang bergantung pada sektor perikanan. Rahmantlya (2021) menegaskan bahwa penurunan kualitas dan kuantitas ikan akibat *overfishing* memiliki implikasi negatif jangka panjang baik dari sisi ekologi maupun ekonomi. Apabila kondisi ini tidak segera diatasi dengan strategi pengelolaan yang tepat, maka keberlanjutan usaha perikanan akan semakin terancam.

Analisis Bioekonomi

Analisis Bioekonomi model Gordon Schaefer digunakan, karena analisis model ini merupakan analisis tersederhana untuk menganalisa penangkapan secara bioekonomi yang kompleks, dilihat dari linear hasil regresi antara CPUE dengan beberapa parameter lain, yang ditunjukkan oleh tabel dibawah.

Tabel 2. Parameter Gordon Schaefer

No	Simbol	Arti	Satuan	Nilai
1	r	Presentase Laju Pertumbuhan	%	0.000196476
2	q	Koefisien Kemampuan Tangkap	1/unit effort	4.16886E-08
3	K	Kapasitas Daya Dukung Lingkungan	ton	2703115.619
4	c	Biaya Upaya/ <i>Effort</i>	Rp/unit upaya	659.2584678
5	p	Harga Hasil Tangkapan	rp/ton	85708.70464

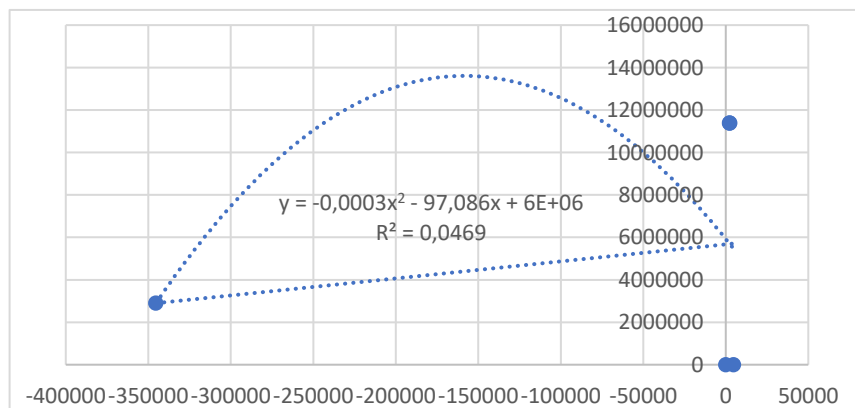
Berdasarkan parameter pada tabel diatas diperoleh nilai daya dukung(K) yang menunjukkan kemampuan ekosistem untuk memproduksi ikan kembung adalah Rp 2.703.115.619 Ton/tahun, dengan laju pertumbuhan alami (r) untuk mengetahui presentase kemampuan ikan untuk berkembang secara alami yang menunjukkan hasil dibawah 1% dimana hal ini menyatakan laju pertumbuhan intrinsik ikan rendah, namun ikan menunjukkan koefisien nilai tangkap (q) untuk menunjukkan proporsi ikan sebanyak

banyaknya yang dapat ditangkap 1 unit adalah sebanyak $4.16886E-08$ unit/effort . Adapun biaya upaya (c) sebesar Rp 659.2584678/trip dan hasil tangkapan dengan harga Rp 85708.70464/ton. Parameter tersebut digunakan untuk menghitung MEY dan MSY.

1. *Maximum Sustainable Yield (MSY)*

Analisis bioekonomi digunakan untuk menentukan tingkat upaya maksimum bagi pelaku perikanan dengan memasukkan biaya penangkapan dan harga ikan dengan tetap menjaga kelestarian dilihat dari aspek biologi. Jika tujuan penangkapan adalah suatu produksi maksimum maka secara biologi laju eksploitasi optimum ditetapkan untuk mencapai MSY (*Maximum Sustainable Yield*), yaitu suatu hasil tangkapan maksimum yang dapat dilakukan secara terus menerus (Gunawan, 2021).

Pada penelitian ini didapatkan hasil MSY tercapai pada effort 1.876 trip/tahun dengan produksi 105,6 ton/tahun. Dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



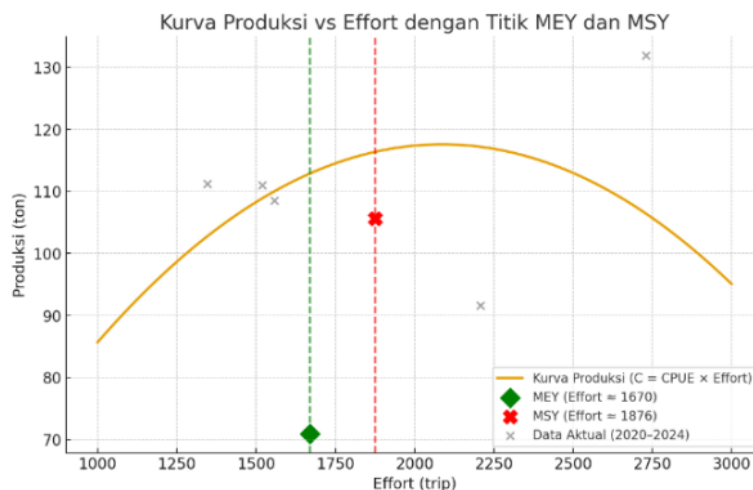
Gambar 3. *Maximum Sustainable Yield* Hasil Tangkapan Ikan Kembung

Perbandingan MEY dan MSY menunjukkan bahwa secara ekonomi, pengelolaan optimum tercapai pada effort yang lebih rendah dibandingkan MSY, dengan keuntungan lebih besar. Namun, kondisi di lapangan (effort > 2.000 trip/tahun) menunjukkan adanya indikasi overfishing. Jika kondisi ini dibiarkan, stok ikan akan terus menurun, mengurangi keberlanjutan usaha perikanan.

2. *Maximum Economic Yield (MEY)*

Berdasarkan hasil analisis (Gambar 4) dapat disimpulkan bahwa *Effort* aktual pada tahun 2023–2024 telah melampaui effort MEY dan mendekati MSY, yang menandakan kondisi overfishing. MEY tercapai pada effort 1.670 trip/tahun dengan produksi 70,9 ton/tahun. Pada penelitian ini menunjukkan kondisi di tahun 2023–2024 bahwa effort aktual telah melebihi effort MEY (1670 trip) dan mendekati MSY (1876 trip). Apabila kondisi ini terus berlanjut, maka produksi akan menurun secara berkelanjutan,

nilai ekonomi berkurang, serta berpotensi menimbulkan kerugian sosial-ekonomi bagi nelayan. Selaras dengan sejumlah penelitian mutakhir juga menegaskan pentingnya pengendalian effort untuk menjaga keberlanjutan sumber daya. Menurut FAO (2022), pengelolaan berbasis MSY menjadi acuan internasional dalam kebijakan perikanan berkelanjutan. Namun, secara ekonomi, pengelolaan berbasis MEY lebih menguntungkan karena memberikan hasil optimal dengan biaya yang lebih rendah (Martin *et al.*, 2021). Di Indonesia, studi terbaru juga menunjukkan bahwa penerapan pengendalian effort melalui kuota tangkap dan pembatasan trip dapat meningkatkan keuntungan nelayan sekaligus menjaga stok (Trenggono, 2023). Hasil penelitian ini menegaskan perlunya kebijakan pengelolaan berbasis bioekonomi yang berorientasi pada MEY, bukan hanya MSY. Pendekatan ini relevan untuk menjawab tantangan keberlanjutan perikanan nasional 2020–2025.

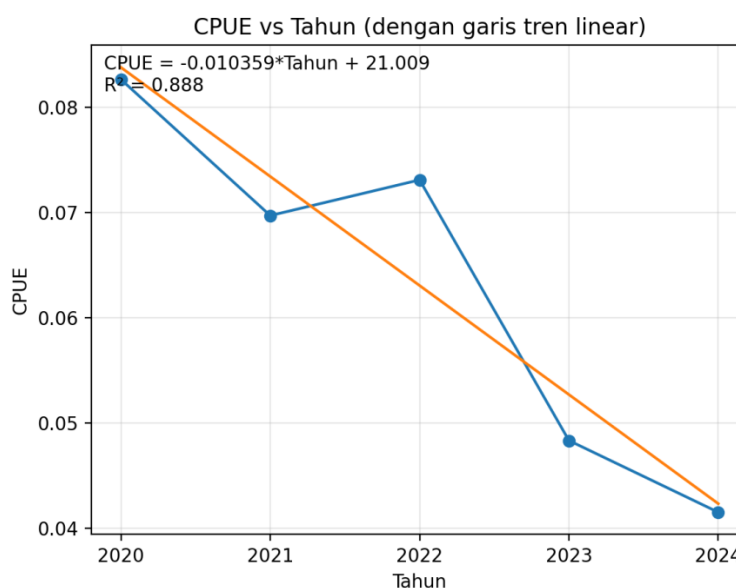


Gambar 4. Maximum Economic Yield Hasil Tangkapan Ikan Kembang

3. CPUE

Grafik CPUE terhadap tahun menunjukkan adanya kecenderungan penurunan produktivitas penangkapan ikan kembang selama periode 2020–2024. Nilai CPUE pada tahun 2020 merupakan yang tertinggi (sekitar 0,083), kemudian menurun pada 2021 (sekitar 0,070). Pada 2022 CPUE sempat meningkat kembali (sekitar 0,073), namun setelah itu terjadi penurunan yang lebih tajam pada 2023 (sekitar 0,048) dan mencapai nilai terendah pada 2024 (sekitar 0,042). Secara umum, pola ini mengindikasikan bahwa hasil tangkapan per satuan upaya semakin menurun dari waktu ke waktu, sehingga efisiensi usaha penangkapan cenderung melemah pada akhir periode pengamatan.

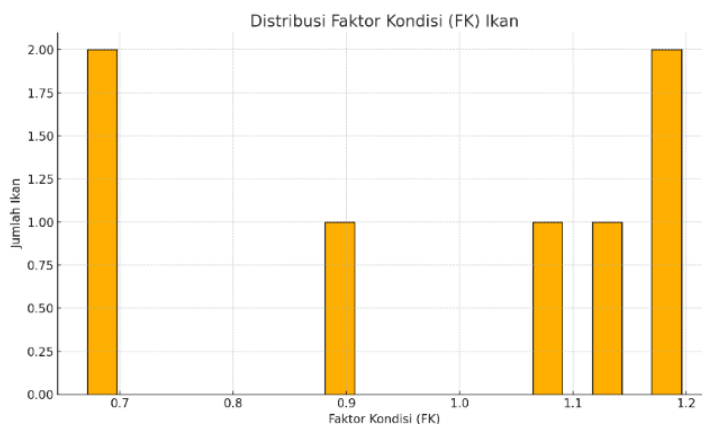
Garis tren linear pada grafik memperkuat indikasi tersebut melalui persamaan $CPUE = -0,010359 \times Tahun + 21,009$, $CPUE = -0,010359 \times Tahun + 21,009$. Koefisien kemiringan (*slope*) yang bernilai negatif menunjukkan bahwa CPUE cenderung berkurang seiring berjalannya waktu. Nilai koefisien determinasi $R^2=0,888$, $R^2=0,888$ menunjukkan bahwa variasi CPUE cukup kuat dijelaskan oleh perubahan tahun dalam model linear, sehingga tren penurunan yang terlihat dapat dianggap konsisten pada data yang dianalisis.



Gambar 5. CPUE

Dari perspektif perikanan tangkap, penurunan CPUE umumnya mencerminkan menurunnya ketersediaan stok di alam atau meningkatnya tekanan penangkapan, karena untuk menghasilkan tangkapan yang sama dibutuhkan upaya yang lebih besar. Fluktuasi pada tahun 2022 yang sempat meningkat dapat dipengaruhi oleh variasi musiman, perubahan lokasi dan intensitas operasi penangkapan, kondisi oseanografi, atau dinamika rekrutmen stok; namun penurunan kembali pada 2023–2024 mengindikasikan bahwa faktor-faktor tersebut tidak cukup untuk mempertahankan produktivitas pada tahun-tahun berikutnya. Dengan demikian, grafik ini memberikan bukti kuantitatif bahwa selama 2020–2024 terdapat tren penurunan CPUE yang berpotensi mengarah pada penurunan kinerja perikanan, sehingga perlu menjadi perhatian dalam evaluasi keberlanjutan dan perumusan strategi pengelolaan (misalnya pengendalian upaya, pengaturan musim/daerah tangkap, atau penyesuaian kapasitas alat tangkap).

Analisis FK (Faktor Kondisi)



Gambar 6. FK Hasil Tangkapan Ikan Kembang

Diagram Batang diatas menunjukkan Faktor Kondisi Ikan digunakan untuk menggambarkan tingkat kesehatan atau kebugaran ikan berdasarkan rasio berat terhadap panjangnya. Nilai FK yang ideal biasanya mendekati angka 1, yang menandakan proporsi tubuh yang seimbang dan sehat. Sebagian besar nilai FK ikan berada dalam kisaran 0.7 hingga 1.2. Ada dua puncak frekuensi yang paling menonjol: Di kisaran $FK \approx 0.7$ dan Di kisaran $FK \approx 1.2$. Nilai FK di tengah-tengah kisaran (sekitar 0.9–1.1) muncul dengan frekuensi lebih rendah. Tidak terdapat nilai ekstrem (*outlier*) seperti $FK > 2$ dalam diagram ini, artinya grafik ini mencerminkan distribusi data tanpa outlier yang mencolok. Karena nilai FK menyebar di bawah dan di atas 1, ini menandakan adanya keragaman kondisi fisiologis ikan dalam sampel. Distribusi tidak simetris – ada indikasi sebaran sedikit menyimpang (*skewed*) ke kanan (lebih banyak ikan dengan $FK > 1$).

Hubungan antara parameter biologis (seperti panjang-berat dan faktor kondisi) dan indikator ekonomi (seperti CPUE dan margin keuntungan) bersifat saling memengaruhi. Dalam praktik pengelolaan perikanan modern, integrasi antara kedua pendekatan ini sangat penting. Data biologis dapat digunakan untuk menentukan status kesehatan stok ikan, sementara indikator ekonomi dapat menggambarkan daya tahan dan efisiensi sistem usaha perikanan. Oleh karena itu, penguatan kapasitas pemantauan stok ikan, penyusunan kuota tangkap berdasarkan indikator biologis dan ekonomi, serta pembatasan *effort* melalui pengaturan jumlah trip atau waktu penangkapan merupakan langkah-langkah yang perlu diterapkan secara sistematis. Selain hubungan panjang-berat, indikator biologi lain yang dapat digunakan untuk mengevaluasi kondisi populasi ikan adalah nilai Faktor Kondisi (FK), yang

mencerminkan kesesuaian antara panjang dan berat tubuh ikan. Di wilayah TPI Paiton, hasil analisis menunjukkan bahwa nilai FK ikan kembung berkisar antara 0,7 hingga 1,2, dengan dua puncak distribusi utama pada kisaran FK 0,7 dan 1,2. Sebagian besar individu memiliki nilai FK di atas 1, yang mengindikasikan kondisi tubuh yang relatif baik. Namun, adanya variasi FK antar individu mencerminkan heterogenitas fisiologis dalam populasi.

Romdoni *et al.* (2023) menyatakan bahwa variasi FK dapat disebabkan oleh perbedaan kondisi lingkungan, tekanan penangkapan, serta ketersediaan pakan. Meskipun distribusi FK di TPI Paiton tidak menunjukkan nilai ekstrem (>2), pola ini tetap menuntut adanya pemantauan berkelanjutan, karena fluktuasi nilai FK dari waktu ke waktu dapat digunakan sebagai indikator awal terhadap stres populasi akibat perubahan lingkungan atau tekanan eksploitasi yang berlebihan. Pola ini tetap menuntut adanya pemantauan berkelanjutan, karena fluktuasi nilai FK dari waktu ke waktu dapat digunakan sebagai indikator awal terhadap stres populasi akibat perubahan lingkungan atau tekanan eksploitasi yang berlebihan

Secara keseluruhan, data biologis ikan kembung yang dianalisis di TPI Paiton menunjukkan indikasi gangguan pertumbuhan dan stres lingkungan yang perlu menjadi perhatian dalam pengelolaan perikanan. Integrasi antara data biometri (panjang-berat, FK) dan pendekatan bioekonomi diperlukan untuk membangun strategi pengelolaan yang adaptif, berbasis bukti, serta berorientasi pada keberlanjutan jangka panjang sumber daya ikan pelagis kecil di wilayah pesisir utara Jawa, karena TPI Paiton merupakan bagian dari WPPNRI 712. Keterkaitan antara parameter biologis ikan dan dinamika ekonomi dalam kegiatan penangkapan merupakan aspek penting yang perlu dianalisis secara terpadu dalam konteks pengelolaan perikanan berkelanjutan. Parameter biologis seperti hubungan panjang-berat tubuh ikan dan faktor kondisi (*Fulton's K*) dapat memberikan gambaran mengenai kesehatan populasi, pertumbuhan individu, dan respon ikan terhadap tekanan lingkungan dan eksploitasi. Di sisi lain, indikator ekonomi seperti pendapatan per trip, biaya operasional, dan nilai tangkapan mencerminkan aspek keberlanjutan ekonomi bagi pelaku usaha perikanan, khususnya nelayan skala kecil dan menengah.

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI KEBIJAKAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah diuraikan serta memperhatikan tujuan penelitian yang telah ditetapkan sebelumnya, maka diperoleh beberapa kesimpulan

sebagai berikut Pertumbuhan ikan yang tidak normal berdampak langsung pada penurunan produktivitas perikanan, karena berat ikan tidak meningkat sebanding dengan panjangnya. Hal ini menurunkan hasil tangkapan per unit upaya (CPUE) dan mengurangi keuntungan ekonomi, *Overfishing* yang teridentifikasi melalui analisis bioekonomi turut memperburuk kondisi biologis ikan, yang terlihat dari nilai eksponen panjang-berat yang menyimpang dan variasi nilai Faktor Kondisi (FK). Ini menunjukkan bahwa tekanan penangkapan telah mengganggu regenerasi dan pertumbuhan alami stok ikan. Parameter biologis seperti panjang dan berat ikan harus menjadi bagian dalam pengelolaan bioekonomi, karena kualitas data biologis dapat memperkuat estimasi MSY dan MEY, untuk pengelolaan perikanan berkelanjutan

Rekomendasi Kebijakan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan, maka peneliti ingin memberi beberapa saran yaitu Pengelolaan perikanan di TPI Paiton perlu diarahkan pada pendekatan berbasis bioekonomi, khususnya mengacu pada tingkat upaya penangkapan yang optimal secara ekonomi (MEY), bukan hanya secara biologis (MSY). Pembatasan jumlah trip dan penerapan kuota tangkap menjadi langkah penting untuk mencegah overfishing, Pemerintah daerah perlu mengawasi melalui dinas terkait untuk penggunaan alat tangkap, serta bekerjasama dengan lembaga untuk melakukan penyuluhan pada nelayan setempat supaya melakukan aktivitas penangkapan yang berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing Dr. Adriana Monica Sahidu, Ir., M. Kes dan Kustiawan Tri Pursetyo, S.Pi., M. Vet., Ph.D. yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama penyusunan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdusysyahid, S. (2024). *Strategi Pengelolaan Perikanan Tangkap Ikan Tenggiri (Scomberomorus comerson, Lacepede, 1800)*. Pasaman Barat: CV. Azka Pustaka.
- Arikunto. (2018). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik* (14th ed.). Jakarta: PT Asdi Mahasatya.
- Azrita, A., Syandri, H., & Aryani, N. (2024). Length And Weight Relationship, Condition Factor, And Morphometric Characteristics of Eleven Freshwater Fish Species in Koto Panjang Reservoir, Indonesia. *International Journal of Zoology*, 2024(1), 9927705. <https://doi.org/10.1155/2024/9927705>
- Bioinspecta. (2019). *Laporan Pra-Penilaian Perikanan Teri pada WPP-NRI 712*. London: Marine Stewardship Council.

- BPS Kabupaten Probolinggo. (2023). *Perikanan Tangkap Kabupaten Probolinggo Tahun 2023*. Probolinggo: BPS Kabupaten Probolinggo.
- Dinh, Q. M., Nguyen, T. H. D., Truong, N. T., & Nguyen-Ngoc, L. (2022). Factors Regulating Growth Pattern And Condition Factor of An Amphibious Fish *Periophthalmus Gracilis* Living on The Mekong Delta. *PeerJ*, 10, e13060.
- Effendie, M. I. (2002). *Biologi Perikanan*. Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nusatama.
- Fadhila, R., Hermawan, D., Putra, A. N., & Saifullah, S. (2024). Kinerja Pertumbuhan dan Kelulushidupan Benih Ikan Mas Sinyonya dengan Pakan Hormon Pertumbuhan Rekombinan. *Jurnal Akuakultur Sungai Dan Danau*, 9(2), 248–256. <https://doi.org/10.33087/akuakultur.v9i2.232>
- FAO. (2022). *The State of World Fisheries And Aquaculture 2020: Sustainability in Action*. Roma: Food and Agriculture Organization.
- Gordon, H. S. (1954). The Economic Theory of a Common Property Resource. *Journal of Political Economics*, 62(1), 124–142. <https://doi.org/10.1086/257497>
- Gunawan, M. (2021). *Analisis Bioekonomi Ikan Tuna Sirip Kuning (Thunnus albacares) Di PPN Palabuhanratu Bioeconomic Analysis Of Yellowfin Tuna (Thunnus albacares) at PPN Palabuhanratu*. Jakarta: Universitas Satya Negara Indonesia.
- Kantun, W., Kabangnga, A., & Nurhikmah, N. (2021). Kehadiran Dan Komposisi Jenis Ikan Pada Habitat Biological Fish Agregating Devices (BioFADs) di Perairan Tanekeke, Selat Makassar. *Prosiding Seminar Nasional Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan*, 2, 47–56. Retrieved from <https://ojs.polipangkep.ac.id/index.php/proppnp/article/view/40>
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2022). *Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 2022 tentang Jalur Penangkapan Ikan dan Penempatan Alat Penangkapan Ikan di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia dan Laut Lepas*. Jakarta: Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Latuconsina, H., Amri, K., & Triyanti, R. (2023). Peran Penting Pengelolaan Perikanan Laut Berkelanjutan Bagi Kelestarian Habitat dan Kemanfaatan Sumber Daya. In *Pengelolaan Sumber Daya Perikanan Laut Berkelanjutan* (pp. 1–22). Jakarta: BRIN.
- Makarondong, G. M., Sitanggang, E. P., Labaro, I. L., Luasunaung, A., Manoppo, L., Pangalila, F. P. T., & Thamin, A. (2022). Length Weight Relationship of Bigeye Scad (Selar crumenophthalmus) Catch by Purse Seine in Manado Bay. *Jurnal Ilmiah Platax*, 10(1), 136–145. <https://doi.org/10.35800/jip.v10i1.39718>
- Margono, S. (2014). *Metodologi Penelitian Pendidikan*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Martin, P., Ducrocq, V., Gordo, D. G. M., & Friggens, N. C. (2021). A New Method to Estimate Residual Feed Intake in Dairy Cattle Using Time Series Data. *Animal*, 15(2), 100101. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.animal.2020.100101>
- Putra, A., Jatayu, D., Larasati, R. F., Sari, I. P., Khairunnisa, A., Cesrany, M., & Aini, S. (2023). *Pengembangan Sumber Daya Kelautan dan Perikanan Indonesia*. Indramayu: Penerbit Adab.
- Rahmantya, K. F. (2021). *Analisis Bioekonomi Multispesies Perikanan Pelagis di Pelabuhan Perikanan Samudera Cilacap*. Bogor: IPB University.
- Ramadhani, A. A. (2023). Potensi Keunggulan Kompetitif Sumber Daya Kelautan Indonesia. *Jurnal Ekonomi Sakti (Jes)*, 12(3), 291–296. <https://doi.org/10.36272>

/jes.v12i3.296

- Romdoni, T. A., Taryono, T., Simanjuntak, C. P. H., Munandar, A., Nurfaiah, S., & Lisamy, S. E. A. (2023). Hubungan Panjang-Bobot, Pola Pertumbuhan dan Faktor Kondisi Ikan Pelagis Kecil di Perairan Sukabumi dan Lebak. *BAWAL Widya Riset Perikanan Tangkap*, 15(1), 41–52. <https://doi.org/10.15578/bawal.15.1.2023.41-52>
- Saputra, S. W., & Taufani, W. T. (2021). Population Parameters and Exploitation Rate of Indian Mackerel (*Rastrelliger Kanagurta*) on The Java's North Coast. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 14(3), 1181–1189. Retrieved from <https://www.researchgate.net/profile/Wiwiet-Taufani/publication/369068377>
- Schaefer, M. B. (1957). Some Considerations of Population Dynamics and Economics In Relation to The Management of The Commercial Marine Fisheries. *Journal of the Fisheries Board of Canada*, 14(5), 669–681. <https://doi.org/10.1139/f57-025>
- Sholehudin, M. (2024). *Analisis Bioekonomi Perikanan Tangkap Cumi-Cumi (Loligo sp) di Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Brondong Kabupaten Lamongan*. Surabaya: UPN Veteran Jawa Timur.
- Sinambela, M. W. C., Wahyudin, Y., Trihandoyo, A., & Hamdani, A. (2022). Status Pertumbuhan dan Laju Pemanfaatan Komoditi Ikan Pelagis di Pesisir Kabupaten Indramayu, Jawa Barat. *Coastal and Ocean Journal (COJ)*, 6(1), 45–52. <https://doi.org/10.29244/coj.v6i1.43054>
- Sonda, A., Arina, F., Mariawati, A. S., Ridwan, A., & Trenggonowati, D. L. (2022). Pemodelan Spasial Produksi Ikan Pada Industri Budidaya Perikanan di Kota Cilegon. *Jambura Journal of Probability and Statistics*, 3(2), 151–160. <https://doi.org/10.34312/jjps.v3i2.16753>
- Sugiyono. (2020). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Trenggono, S. W. (2023). Penangkapan Ikan Terukur Berbasis Kuota untuk Keberlanjutan Sumber Daya Perikanan di Indonesia. *Jurnal Kelautan Dan Perikanan Terapan (JKPT)*, 1(1), 1–8. <https://doi.org/10.15578/jkpt.v1i0.12057>
- Tupamahu, A., Haruna, H., Siahainenia, S. R., Nanlohy, A. C., & Hehanusa, K. (2021). Alat Penangkapan Ikan Karang Unggulan di Kabupaten Seram Bagian Barat. *Jurnal Agrikan Perikanan*, 14(1), 44–54. <https://doi.org/10.29239/J.AGRIKAN.14.1.44-54>
- Wiadnya, D. G. R., Rahman, M. A., Harlyan, L. I., & Nurfadillah, A. K. (2023). Identifikasi Spesies Pendukung Perikanan Kembung dengan Alat Tangkap Purse Seine di Perairan Utara Probolinggo, Jawa Timur. *Jurnal Kelautan Tropis*, 26(1), 163–169. <https://doi.org/10.14710/jkt.v26i1.16532>
- Zamroni, A., & Ernawati, T. (2019). Population Dynamic and Spawning Potential Ratio of Short Mackerel (*Rastrelliger Brachysoma Bleeker*, 1851) in The Northern Coast of Java. *Indonesian Fisheries Research Journal*, 25(1), 1–10. Retrieved from <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/ifrj>