

**Analisis Bioekonomi dalam Optimasi Pengelolaan Sumberdaya Hiu di Balikpapan Kalimantan Timur*****Bioeconomic Analysis in Optimization of Management Shark Resources in Balikpapan East Kalimantan*****Hetty Priyanti Efendi<sup>1\*)</sup>, Said Abdusysyahid<sup>1</sup>, Dewi Embong Bulan<sup>1</sup>, Heru Susilo<sup>1</sup>, Irman Irawan<sup>1</sup>, Moh. Mustakim<sup>1</sup>**<sup>1</sup>Prodi Magister Ilmu Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman  
Jl. Gn. Tabur, Gn. Kelua, Kec. Samarinda Ulu, Kota Samarinda, Kalimantan Timur, Indonesia 75242Email: [hetyefendi87@gmail.com](mailto:hetyefendi87@gmail.com)

(Diterima: 05 April 2023; Diterima setelah perbaikan: 21 Agustus 2023; Disetujui: 21 Agustus 2023)

**ABSTRAK**

Spesies hiu merupakan jenis yang sangat rentan, dengan populasi yang menurun tajam dan beberapa spesies berpotensi menghadapi ancaman kepunahan. Dalam pengelolaan perikanan khususnya hiu, selain faktor biologis, faktor ekonomi juga menjadi pertimbangan sehingga nelayan dapat memperoleh keuntungan secara maksimal dan berkelanjutan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat pengelolaan optimal dan rente ekonomi yang optimal pada sumber daya perikanan hiu di Balikpapan. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan mengumpulkan data primer dan sekunder. Metode analisis bioekonomi statik dan dinamik diterapkan dengan menggunakan model surplus produksi Fox untuk mengestimasi parameter biologi pada sumber daya perikanan hiu. Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa pengelolaan sumber daya hiu di Balikpapan telah terjadi *overfishing* baik dari segi biologi maupun ekonomi. Melalui pendekatan optimasi dinamik dengan *discount rate* 6.3%, jumlah *effort* yang diperbolehkan sebanyak 76 trip, hasil tangkapan maksimal sebesar 112.99 ton, biomassa sebesar 547.78 ton, dan nilai rente ekonomi sebesar Rp. 25,5 miliar dapat mencapai pengelolaan sumber daya hiu yang optimal dan lestari. Berdasarkan hasil analisis, *effort* penangkapan hiu sudah mencapai optimal sehingga diperlukan pengaturan jumlah upaya tangkap (*effort*) agar kelestarian sumberdaya hiu dapat berkelanjutan.

Kata kunci: Balikpapan, Berkelanjutan, Bioekonomi, Hiu, Pengelolaan

**ABSTRACT**

*The shark species is a highly vulnerable type, with sharply declining populations, and some species potentially facing extinction threats. In fishery management, particularly for sharks, in addition to biological factors, economic factors are also considered so that fishermen can obtain maximum and sustainable benefits. The aim of this study is to evaluate the optimal management level and optimal economic rent of shark fishery resources in Balikpapan. The study adopts a quantitative approach by collecting primary and secondary data. Static and dynamic bioeconomic analysis methods are applied using the Fox production surplus model to estimate the biological parameters of shark fishery resources. Based on the study findings, it can be concluded that overfishing has occurred in the management of shark resources in Balikpapan, both from a biological and economic perspective. Through a dynamic optimization approach with a discount rate of 6.3%, the maximum allowed effort is 76 trips, the maximum catch is 112.99 tons, the biomass is 547.78 tons, and the economic rent value is IDR 25.5 billion, we can achieve optimal and sustainable management of shark resources. Based on the analysis results, the shark catch effort has reached optimal levels, so the regulation of the number of fishing efforts needed to ensure the sustainability of shark resources.*

Keywords: Balikpapan, Sustainability, Bioeconomic, Sharks, Management

## PENDAHULUAN

Keanekaragaman sumberdaya hayati laut di wilayah Indonesia sangat tinggi termasuk didalamnya adalah ikan bertulang rawan (*Elasmobranchii*). Di dunia tercatat sebanyak 536 spesies hiu dimana 167 spesies hiu terancam punah dalam list IUCN (Dulvy et al., 2014). Sebanyak 3 spesies hiu hantu dan 118 spesies hiu telah diidentifikasi sejauh ini di Indonesia berdasarkan studi dari berbagai literatur dan temuan penelitian (Fahmi & Ebert, 2018).

Setelah China dan Thailand, Indonesia merupakan negara dengan jumlah ekspor perikanan hiu tertinggi (Dent & Clarke, 2015). Hiu merupakan salah satu komoditi yang penting bagi beberapa nelayan di Indonesia yang umumnya dilakukan oleh nelayan skala kecil/artisanal (Simeon et al., 2017). Sejak tahun 2013, hiu telah mendapatkan perhatian internasional dengan masuknya beberapa spesies hiu ke dalam Lampiran II CITES. Hal ini disebabkan oleh tingginya tingkat eksploitasi hiu, baik sebagai tangkapan target maupun tangkapan sampingan, yang terutama didorong oleh permintaan dari perdagangan internasional produk turunan hiu (Fahmi & Dharmadi, 2013).

Salah satu daerah di Kalimantan Timur yang menyumbang produksi hiu adalah Kota Balikpapan. Saat ini, perikanan hiu di Indonesia, terutama Balikpapan, menghadapi tantangan yang cukup besar karena populasi hiu terus menurun meskipun permintaan konsumen tinggi. Berdasarkan data dari Balai Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Laut (BPSP) Pontianak Kementerian Kelautan dan Perikanan, data produksi hiu khususnya di Kota Balikpapan selama 6 tahun terakhir (2016–2021) tercatat sebesar 484.617,79 kg. dengan total nilai produksi sebesar Rp. 17.874.502.376,-.

Spesies hiu sangat rapuh, dan beberapa bahkan terancam punah karena penurunan populasi. Hiu memiliki kemampuan untuk menghasilkan keturunan yang relatif sedikit, mencapai usia dewasa secara lambat, dan memiliki tingkat pertumbuhan yang lambat. Selain itu, secara umum hiu menempati posisi teratas dalam rantai makanan di laut sebagai predator tingkat pertama. Keanekaragaman dan kelimpahan spesies di alam dapat dilestarikan dengan adanya predator dalam suatu ekosistem. (Frid et al., 2008). Dalam pengelolaan perikanan hiu, selain faktor biologi, faktor ekonomi juga menjadi pertimbangan penting agar nelayan dapat mendapatkan keuntungan yang optimal dan lestari.

Untuk mengawali analisis pengelolaan sumber daya perikanan hiu yang lestari di Balikpapan, penelitian mengenai bioekonomi dan optimalisasi pemanfaatan sumber daya perikanan hiu di perairan Balikpapan sangatlah penting. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan tingkat eksploitasi optimal dan rente ekonomi optimal dari sumber daya perikanan hiu di Balikpapan.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di lokasi pendaratan hiu di Balikpapan dari bulan Februari hingga bulan Januari 2023. Kelompok sumberdaya hiu dalam penelitian ini adalah hiu yang didaratkan selama tahun 2016-2021 yang merupakan kelompok hiu yang tidak termasuk jenis hiu yang dilindungi ataupun masuk ke dalam Appendiks CITES. Dalam penelitian ini digunakan sebanyak 45 spesies hiu dari 11 *family*.

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif untuk mengumpulkan data, baik yang bersifat primer maupun sekunder. Data primer diperoleh melalui pengamatan langsung serta wawancara terstruktur dengan nelayan yang menggunakan alat tangkap *gillnet* dan *longline*.

Dalam melakukan wawancara, peneliti telah menyiapkan daftar pertanyaan atau kuesioner yang akan digunakan. Data primer yang dikumpulkan antara lain data kegiatan penangkapan, biaya tetap dan biaya tidak tetap. Data sekunder berupa hasil tangkapan hiu yang dikumpulkan berupa data *time series* selama 6 tahun (2016-2021) yang digunakan sebagai data primer untuk membangun model bioekonomi. Data diperoleh dari Balai Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Laut (BPSPL) Pontianak Wilker Balikpapan. Sumber lainnya adalah instansi terkait seperti Dinas Pangan, Pertanian dan Perikanan Kota Balikpapan dan Badan Pusat Statistik Kota Balikpapan.

Penelitian ini menggunakan teknik pengambilan sampel *multistage*, yaitu gabungan antara *cluster sampling* dan *stratified random sampling*. Dengan metode ini, populasi dalam penelitian ini adalah nelayan di Manggar yang berjumlah 454 orang. Metode selanjutnya adalah *stratified random sampling* yaitu menentukan subjek penelitian dari suatu populasi berdasarkan karakteristik yang sudah ditentukan yaitu nelayan yang menangkap hiu dengan menggunakan alat tangkap *gillnet* dan *longline*. Penentuan sampel dilakukan dengan cara membagi populasi menjadi kelompok-kelompok kecil berdasarkan karakteristik tertentu yang dianggap relevan dengan karakteristik populasi secara keseluruhan. Penghitungan jumlah sampel dilakukan menggunakan rumus Slovin (Ryan, 2013):

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \quad (1)$$

Keterangan:

$e$  : *Error margin* (5%)

$N$  : Jumlah populasi

$n$  : Jumlah sampel minimal

Berdasarkan data dari Dinas Pangan, Pertanian, dan Perikanan Kota Balikpapan pada tahun 2022, ditemukan bahwa sebanyak 79 orang nelayan di PPI Manggar menggunakan alat tangkap *gillnet* dan *longline*. Oleh karena itu, jumlah responden yang diambil dalam penelitian ini adalah sebanyak 66 orang.

### Analisis Data

Dalam penelitian ini, analisis data menggunakan pendekatan model bioekonomi yang meliputi tahapan **perhitungan Hasil Tangkapan Per Upaya Penangkapan (*Catch Per Unit Effort/CPUE*)**. Untuk menghitung nilai *CPUE* digunakan rumus sebagai berikut (Elliott & Gulland, 1984) :

$$CPUE_i = \frac{Catch_i}{Effort_i} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

Keterangan :

$Effort_i$  = Upaya penangkapan dalam tahun  $i$

$Catch_i$  = Hasil tangkapan dalam tahun  $i$

$CPUE_i$  = Hasil tangkapan per upaya penangkapan dalam tahun  $i$

Rumus untuk menstandarisasi upaya penangkapan yang dapat dijelaskan sebagai berikut : (Elliott & Gulland, 1984) :

$$FPI = \frac{CPUE_{dst}}{CPUE_{st}} \quad (3)$$

Keterangan :

$CPUE_{st}$  = CPUE alat tangkap standar

$CPUE_{dst}$  = CPUE alat tangkap yang akan distandarisasi

$FPI$  = *Fishing Power Index*

Setelah itu dilakukan penghitungan upaya standar :

$$f_s = FPI \times f_{dst} \quad (4)$$

Keterangan :

$f_{dst}$  = Upaya penangkapan yang akan distandarisasi

$f_s$  = Upaya penangkapan hasil standarisasi

### **Pendugaan Parameter Biologi**

Untuk melakukan estimasi parameter biologi sumber daya perikanan hiu di Balikpapan, digunakan model surplus produksi Fox. Model ini memperhitungkan parameter intrinsik pertumbuhan ( $r$ ), koefisien daya tangkap ( $q$ ), dan kapasitas dukungan lingkungan ( $K$ ). Estimasi parameter biologi dilakukan dengan menggunakan Algoritma Fox dan rumus sebagai berikut:

$$q = \left| \ln \frac{\left(\frac{x}{y}\right)}{z} \right|^{1/t} \quad (5)$$

Dengan nilai  $x$ ,  $y$  dan  $z$  :

$$z = \left(-\frac{\alpha}{\beta}\right) - \left(\frac{CPUE_t + CPUE_{t+1}}{2}\right) \quad (6)$$

$$x = \left(\frac{z}{CPUE_t}\right) + \frac{1}{\beta} \quad (7)$$

$$y = \left(\frac{z}{CPUE_{t+1}}\right) + \left(\frac{1}{\beta}\right) \quad (8)$$

Untuk mendapatkan nilai  $r$  dan  $K$  dari persamaan surplus produksi Fox, dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$K = \frac{\alpha}{q} ; \quad r = \frac{Kq^2}{\beta} \quad (9)$$

Keterangan :

$K$  = Daya dukung lingkungan (*Carrying capacity*)

$q$  = Koefisien penangkapan (*Fishing gear coefficient*)

$r$  = Tingkat pertumbuhan intrinsik (*Intrinsic growth*)

$\beta$  = Slope atau kemiringan dari garis regresi

$\alpha$  = Nilai intersep

### **Pendugaan Tingkat Produksi Lestari**

Persamaan produksi lestari (*the sustainable yield*) sebagai berikut:

$$h = qKE \left[1 - \frac{qE}{r}\right] \quad (10)$$

**Pendugaan Parameter Ekonomi**

Untuk menghindari dampak inflasi, semua data harga dan biaya disesuaikan dengan Indeks Harga Konsumen (IHK) untuk mengubahnya menjadi angka aktual (Fauzi & Anna, 2008) Nilai estimasi biaya *riil input* diperoleh dengan rumus :

$$C_{nt} = \left( \frac{IHK_t}{IHK_{std}} \right) C_{std} \quad (11)$$

Keterangan :

$C_{std}$  = Biaya nominal pada tahun standar

$C_{nt}$  = Biaya *riil input* pada tahun t

$IHK_t$  = Indeks harga konsumen pada tahun t

$IHK_{std}$  = Indeks harga konsumen pada tahun standar

Dalam penelitian ini, dilakukan penggunaan data series harga ikan dengan mengalikan rasio Indeks Harga Konsumen ( $IHK_t$ ) tahun dan harga ikan saat ini ( $P_t$ ) dengan  $IHK_{t+1}$  dengan menggunakan rumus:

$$P_{nt} = \left( \frac{P_{std}}{IHK_{std}} \right) IHK_t \quad (12)$$

Keterangan :

$P_{std}$  = Harga nominal pada tahun standar

$P_{nt}$  = Harga *riil output* pada tahun t

**Analisis Model Bioekonomi Statik dan Dinamik**

Berdasarkan pendugaan parameter biologi, analisis model bioekonomi statik berdasarkan rezim pengelolaan *MEY*, *MSY*, dan *OA* ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rumus Bioekonomi Statik

Variabel	Kondisi		
	<i>MEY</i>	<i>MSY</i>	<i>Open Access</i>
Biomassa (x)	$\frac{K}{2} \left[ 1 + \frac{c}{p \cdot q \cdot K} \right]$	$\frac{K}{2}$	$\frac{c}{p \cdot q}$
Tangkapan (h)	$\frac{r \cdot K}{4} \left[ 1 + \frac{c}{p \cdot q \cdot K} \right] \left[ 1 - \frac{c}{p \cdot q \cdot K} \right]$	$\frac{r \cdot K}{4}$	$\left[ \frac{r \cdot c}{p \cdot q} \right] \left[ 1 - \frac{c}{p \cdot q \cdot K} \right]$
Upaya Tangkap (E)	$\frac{r}{2q} \left[ 1 - \frac{c}{p \cdot q \cdot K} \right]$	$\frac{r}{2q}$	$\frac{r}{q} \left[ 1 - \frac{c}{p \cdot q \cdot K} \right]$
Rente ( $\pi$ )	$p \cdot q \cdot K \cdot E \left[ 1 - \frac{q \cdot E}{r} \right] - c \cdot E$	$\left[ \frac{r \cdot K}{4} \right] - c \left[ \frac{r}{2q} \right]$	$\left[ p - \frac{c}{p \cdot x} \right] f(x)$

Sumber : (Fauzi, 2006); (Fauzi, 2010)

Keterangan :

c : Besaran biaya per unit *effort*

p : Harga ikan

f(x) : Pertumbuhan alami dari biomassa

Available online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/JSJ/index>

Selanjutnya dalam pengelolaan jangka panjang pengelolaan sumberdaya hiu menggunakan model bioekonomi dinamik ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Formula Bioekonomi Dinamik

Variabel	Rumus
Biomassa (x)	$x = \frac{K}{4} \left[ \left( \frac{c}{K.p.q} + 1 - \frac{\delta}{r} \right) + \sqrt{\left( \frac{c}{K.p.q} + 1 - \frac{\delta}{r} \right)^2 + \frac{8.c.\delta}{K.p.q.r}} \right]$
Catch (h)	$h = \frac{x}{c} (p.q.x - c) \left[ \delta - r \left( 1 - \frac{2x}{K} \right) \right]$
Effort (E)	$E = \frac{h}{q.x}$
Rente ( $\pi$ )	$\frac{Price . h - Cost . E}{\delta}$

Sumber : (Zulbainarni, 2020)

Keterangan :

 $\delta$  = *Discount rate* (suku bunga diskonto)

Model bioekonomi dinamik menggunakan analisis optimasi dinamik kontinyu dengan memperhitungkan nilai *discount rate*. Terdapat beberapa pendekatan dalam menentukan nilai suku bunga diskonto, salah satunya adalah pendekatan nilai suku bunga diskonto berbasis pasar (market suku bunga diskonto) yang menggunakan nilai suku bunga diskonto sebesar 12% (Fauzi, 2006). Selain itu, untuk menghitung nilai *discount rate* (r), digunakan teknik Kula (1984) seperti yang diacu dalam penelitian (Anna, 2003). Dalam analisis bioekonomi dinamik, digunakan nilai *real* suku bunga diskonto sebesar 6.3%.

### Analisis Rente Ekonomi Optimal

Dengan mengetahui nilai parameter biologi dan ekonomi, maka dapat dihitung manfaat ekonomi (*economic rent*) yang diperoleh dari selisih antara penerimaan total (*total revenue*) atau TR dengan biaya yang dikeluarkan. Nilai TR diperoleh dari perkalian antara harga per satuan ikan yang dijual (Rp/kg) dengan produksi lestari yang membentuk persamaan kuadrat terhadap *effort*, sehingga plot kurva TR berbentuk parabolik. Sementara itu, *total cost* (TC) bersifat linear terhadap input (*effort*) seperti yang dijelaskan oleh (Fauzi & Suzy, 2005) melalui persamaan sebagai berikut :

$$TR = pqKE \left[ 1 - \frac{qe}{r} \right] \quad (13)$$

$$TC = cE \quad (14)$$

Konstanta c adalah Biaya per unit upaya standar per tahun alat tangkap yang menggambarkan biaya yang dikeluarkan dari input (*effort*) yang digunakan, sehingga manfaat atau rente ekonomi dari penangkapan hiu adalah :

$$\pi = TR - TC \quad (15)$$

Keterangan :

E = Jumlah unit kapal

TC = *Total cost* (Biaya Total)TR = *Total revenue* (Penerimaan Total)

c = Biaya rata-rata

Selanjutnya dari hasil rente ekonomi dapat diperoleh nilai *Present Value* dari kegiatan perikanan hiu yang dituliskan dengan rumus :

$$PV = \int_0^{\infty} e^{-\delta t} [p_1 q_1 x + p_2 q_2 y - c] E(t) dt \quad (16)$$

Dari hasil manfaat atau rente ekonomi dari penangkapan hiu, dilakukan perhitungan proyeksi rente ekonomi dalam jangka waktu pendek (10 tahun) dan jangka waktu panjang (20 tahun) dengan nilai keseimbangan jangka panjang (*steady state*) untuk stok dan produksi sebagaimana menurut (Fauzi, 2010) dengan persamaan sebagai berikut :

$$x_{ss} = \frac{K(r - \delta)}{2r} \quad (17)$$

$$h_{ss} = \frac{K(r^2 - \delta^2)}{4r} \quad (18)$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Tangkapan Per Unit Upaya Penangkapan Hiu (*Catch Per Unit Effort/CPUE*)

Hasil tangkapan perikanan suatu daerah dapat berfluktuasi seiring waktu, yang dapat diukur melalui hasil produktivitas tangkapan per satuan upaya penangkapan (*CPUE*). *CPUE* adalah teknik yang digunakan untuk menghitung jumlah tangkapan ikan yang dirata-ratakan dalam setahun. Di PPI Manggar, alat tangkap jaring insang (*gillnet*) dan rawai hanyut (*longline*) digunakan untuk menangkap sumber daya hiu. Untuk membandingkan produktivitas kedua jenis alat tangkap, standarisasi dilakukan dengan mengacu pada alat tangkap rawai hanyut yang memiliki nilai produktivitas paling tinggi. Data *CPUE* sumber daya hiu menunjukkan fluktuasi setiap tahunnya. Produktivitas alat tangkap *gillnet* tertinggi terjadi pada tahun 2018 dan terendah pada tahun 2019, sedangkan untuk alat tangkap *longline* tertinggi terjadi pada tahun 2017 dan terendah pada tahun 2019.

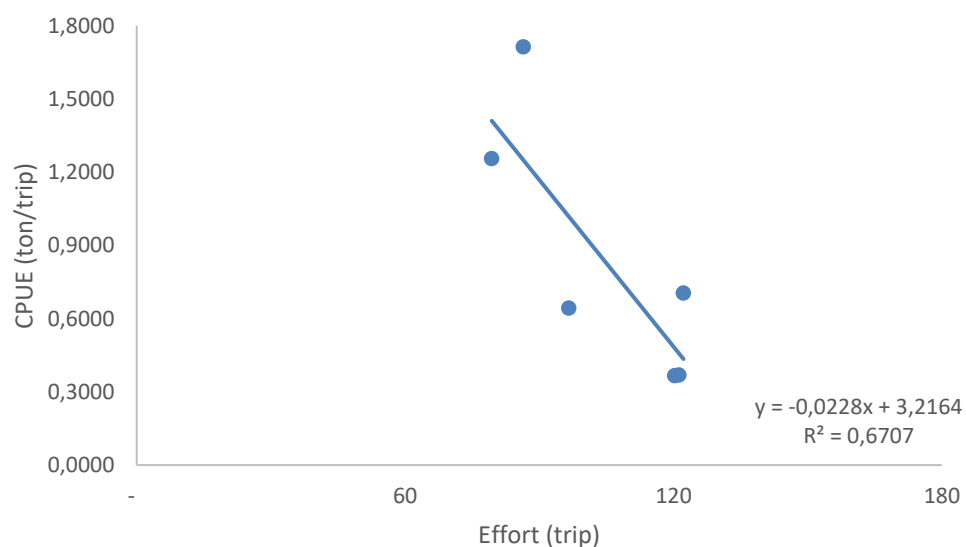
Selama periode 2016-2021, nilai *CPUE* mengalami fluktuasi dimana nilai tertinggi di tahun 2017 yaitu 1.7 ton/*trip* yang diikuti dengan tingkat produksi tertinggi yaitu 148.08 ton kemudian terus mengalami penurunan selama tahun 2018 hingga 2019 mencapai 0.37 ton/*trip* yang merupakan nilai *CPUE* terendah selama kurun waktu 2016-2021 yang diikuti pula oleh penurunan nilai produksi yang pada tahun 2019 mencapai 44 ton. Hal ini disebabkan oleh adanya kenaikan upaya penangkapan (*trip*) dimana pada tahun 2017 *effort* mencapai 86 *trip* sedangkan tahun 2019 mencapai 120 *trip*. Sedangkan pada tahun 2020 sempat mengalami kenaikan yaitu 0.64 ton/*trip* yang dipengaruhi karena adanya penurunan upaya penangkapan (*trip*) yaitu 97 *trip* namun di tahun 2021 mengalami penurunan menjadi 0.37 ton/*trip* dikarenakan terjadinya kembali peningkatan upaya penangkapan (*trip*) yaitu mencapai 121 *trip*. Tabel 3 menunjukkan hasil standarisasi alat tangkap dan hasil tangkapan per unit upaya penangkapan pada sumberdaya hiu yang dihitung melalui metode tertentu.

**Buletin Jalanidhitah Sarva Jivitam, 5 (2), 2023, 93 - 107**Available online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/JSJ/index>Tabel 3. Standarisasi Alat Tangkap dan Nilai *CPUE* Sumberdaya Hiu Tahun 2016-2021

Tahun	<i>Gill Net</i>		<i>Long Line</i>		Produktivitas <i>CPUE</i>		FPI		Total Hasil	<i>Effort</i> (Trip)		Total <i>Effort</i>	<i>CPUE</i> (ton)
	Produksi (ton)	<i>Effort</i> (trip)	Produksi (ton)	<i>Effort</i> (trip)	<i>Gill Net</i>	<i>Long Line</i>	<i>Gill Net</i>	<i>Long Line</i>	Tangkapan (ton)	<i>Gill Net</i>	<i>Long Line</i>	Standar (Trip)	
2016	16,81	374	82,84	154	0,045	0,538	0,084	1	99,64	31	154	185	0,538
2017	36,74	590	111,34	65	0,062	1,713	0,036	1	148,08	21	65	86	1,713
2018	26,24	345	59,87	85	0,076	0,704	0,108	1	86,11	37	85	122	0,704
2019	22,05	540	21,95	60	0,041	0,366	0,112	1	44,00	60	60	120	0,366
2020	31,24	437	30,86	48	0,071	0,643	0,111	1	62,09	49	48	97	0,642
2021	27,73	572	16,96	46	0,048	0,369	0,132	1	44,69	75	46	121	0,369
<b>Total</b>	<b>160,81</b>	<b>2.858</b>	<b>323,81</b>	<b>458</b>	<b>0,056</b>	<b>0,707</b>	<b>0,080</b>	<b>1</b>	<b>484,62</b>	<b>227</b>	<b>458</b>	<b>685</b>	<b>0,707</b>
Rata-Rata	<b>26,80</b>	<b>476,33</b>	<b>53,97</b>	<b>76</b>	<b>0</b>	<b>1</b>			<b>80,77</b>	<b>45,68</b>	<b>76,33</b>	<b>122</b>	<b>0,722</b>

Sumber : Data Diolah (2022)

Dari hasil nilai *CPUE* sumberdaya hiu menunjukkan bahwa peningkatan upaya (*effort*), tidak menunjukkan hubungan yang positif. Sebaliknya hubungan antara nilai *CPUE* dengan upaya penangkapan sumberdaya hiu menunjukkan korelasi negatif dengan model  $CPUE = 3.2164 - 0.0228x$ , yang menunjukkan bahwa semakin rendah nilai *CPUE*, semakin besar upaya penangkapannya. Hal ini menunjukkan bahwa jika satu satuan *effort* (trip) dinaikkan maka nilai *CPUE* sumberdaya hiu akan turun sebesar 0,0228 ton/trip/tahun. Berdasarkan hal tersebut, upaya pengendalian perlu mendapat perhatian guna menjamin keberlanjutan pemanfaatan sumberdaya hiu. Gambar 1 menggambarkan grafik hubungan antara *effort* dan *CPUE* sumberdaya hiu di Balikpapan.

Gambar 1. Grafik Hubungan Antara *Effort* dan *CPUE* Sumberdaya Hiu di Balikpapan**Pendugaan Parameter Biologi Sumberdaya Hiu**

Untuk pendugaan parameter biologi yang terdiri dari *intrinsic growth* ( $r$ ), *catchability coefficient* ( $q$ ) dan *carrying capacity* ( $K$ ) dengan model surplus produksi Fox ditunjukkan dalam Tabel 4.



**Buletin Jalanidhitah Sarva Jivitam, 5 (2), 2023, 93 - 107**Available online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/JSJ/index>

Tabel 4. Nilai Parameter Biologi dan Hasil Uji Statistik Sumberdaya Hiu

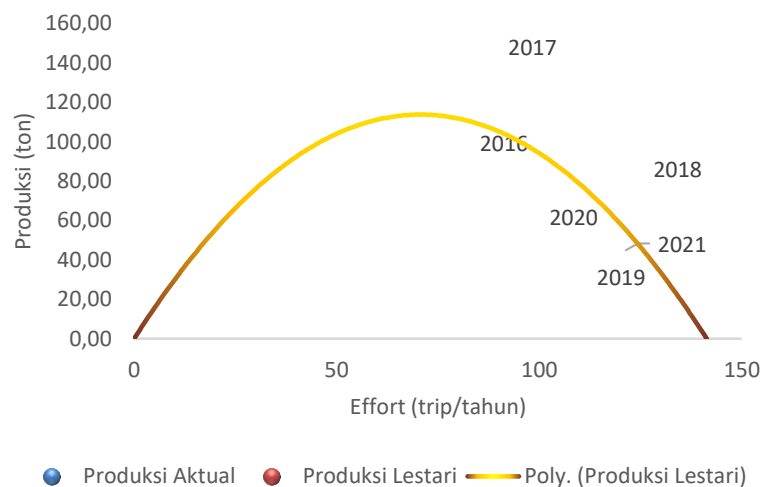
No.	Sumberdaya Perikanan	Nilai Parameter Biologi			Uji Statistik			Adjusted R Square
		r	q	K (Ton)	F Hit	F Tab	Sig	
1.	Hiu	0.38	0.002709762	1186.978178	8.1455*	7.7086	0.04	0.59

Sumber : Data Diolah (2022)

Berdasarkan Tabel 4 diketahui bahwa sumberdaya hiu akan meningkat secara alami ( $r$ ) dan tidak terpengaruh oleh aktivitas manusia atau fenomena alam dengan koefisien sebesar 0,38 ton per tahun. Jika pertumbuhan ini dibandingkan dengan daya dukung lingkungan ( $K$ ), terlihat bahwa lingkungan dapat mendukung produksi sumberdaya hiu sebesar 1.186,98 ton per tahun. Sedangkan berdasarkan nilai koefisien kemampuan tangkap ( $q$ ), setiap penambahan unit upaya penangkapan akan menghasilkan pengurangan sebesar 0,0027 ton setiap trip.

**Pendugaan Produksi Lestari**

Dari parameter biologi yang telah diperoleh dengan menggunakan model Fox, dapat dilakukan estimasi produksi lestari dengan memasukkan nilai laju pertumbuhan intrinsik ( $r$ ), koefisien kemampuan tangkap ( $q$ ), dan daya dukung lingkungan ( $K$ ) ke dalam Persamaan (10). Dengan cara ini, dapat diperoleh estimasi produksi lestari dari sumber daya hiu setiap tahunnya selama periode 2016-2021. Dari hasil pendugaan produksi lestari sebagaimana yang ditampilkan pada Gambar 2, terjadi kelebihan tangkap sumberdaya hiu pada tahun 2017 dan 2018 dimana produksi aktual sumberdaya hiu melebihi dari produksi lestarinya. Pada tahun 2017 terjadi kenaikan *effort* sebesar 9% dari tahun sebelumnya yang diikuti dengan peningkatan produksi aktual sampai dengan 49% dan di tahun 2018 terjadi lagi kenaikan *effort* mencapai 41% dari tahun sebelumnya, dan disertai penurunan produksi aktual sebesar -42% sehingga dapat diperkirakan bahwa eksploitasi terhadap sumberdaya hiu pada tahun 2017 mengakibatkan ancaman bagi keberlanjutan sumberdaya hiu di tahun berikutnya. Kemudian pada tahun 2019 sampai 2020 terjadi penurunan *effort* hingga mencapai -20% pada tahun 2020 yang dibarengi dengan kenaikan produksi aktual mencapai 41% dibandingkan tahun sebelumnya (tahun 2019). Namun selanjutnya pada tahun 2021 terjadi kenaikan *effort* lagi sebesar 26% yang disertai penurunan produksi aktual sebesar -28%. Kurva hubungan produksi lestari, produksi aktual dan *effort* sumberdaya hiu dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kurva Hubungan Produksi Lestari terhadap Produksi Aktual Sumberdaya Hiu di Balikpapan Periode 2016-2021

**Buletin Jalanidhitah Sarva Jivitam, 5 (2), 2023, 93 - 107**Available online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/JSJ/index>

Berdasarkan Gambar 2, terlihat bahwa produksi aktual pada awal periode, yaitu tahun 2016, berada di bawah tingkat lestari karena tingkat upaya masih rendah. Namun, produksi aktual meningkat di tahun berikutnya seiring dengan peningkatan upaya, sehingga berada di atas tingkat lestari. Hal ini menunjukkan bahwa sumberdaya hiu dalam rentang waktu 2016-2021 mengalami tekanan penangkapan, namun belum dapat disimpulkan apakah sudah terjadi kondisi *overfishing*, keseimbangan, atau *underfishing*. Oleh karena itu, diperlukan analisis lanjutan melalui optimasi statik.

**Pendugaan Parameter Ekonomi**

Tabel 5 menyajikan hasil estimasi biaya *riil input* dan harga *riil output* secara keseluruhan untuk penangkapan sumberdaya hiu. Berdasarkan tabel tersebut, rata-rata biaya *riil input* per trip atau per hari melaut untuk menangkap sumberdaya hiu adalah sebesar 3,17 juta per ton, dengan besaran rata-rata harga *riil output* sebesar 16,12 juta per ton.

Tabel 5. Data Series Biaya *Riil Input* dan Harga *Riil Output* Sumberdaya Hiu di Balikpapan Tahun 2016-2021

Tahun	IHK 2019=100	Biaya <i>Riil Input</i> (Rp juta/ton)	Harga <i>Riil Output</i> (Rp juta/ton)
2016	92.90	2.97	15.10
2017	95.18	3.04	15.47
2018	98.16	3.14	15.95
2019	100.00	3.20	16.25
2020	103.36	3.30	16.80
2021	105.73	3.38	17.18
<b>Rata-Rata</b>		<b>3.17</b>	<b>16.12</b>

Sumber : Data Diolah (2022)

**Analisis Bioekonomi Statik Sumberdaya Hiu**

Berdasarkan estimasi parameter biologi dan ekonomi, dilakukan analisis menggunakan model bioekonomi statik dengan mempertimbangkan tiga rezim pengelolaan, yaitu MEY (*Maximum Economic Yield*), MSY (*Maximum Sustainable Yield*), dan OA (*Open Access*). Analisis tersebut dilakukan dengan menggunakan persamaan yang terdapat pada Tabel 1 dan hasilnya disajikan pada Tabel 6 untuk sumberdaya perikanan hiu.

Tabel 6. Hasil Analisis Bioekonomi Statik Sumberdaya Hiu di Balikpapan

Variabel	Satuan	Kondisi Pemanfaatan Aktual	Kondisi Pengelolaan		
			MEY	MSY	Open Access
Biomassa (x)	Ton/Tahun		630.46	593.49	73.95
Tangkapan (h)	Ton/Tahun	80.77	113.22	113.66	26.56
Upaya Tangkap (E)	Trip/Tahun	104	66	71	133
Rente ( $\pi$ )	Juta/Tahun	965.10	1611.40	1604.29	0

Sumber : Data Diolah (2022)

Tabel 6 menunjukkan bahwa tingkat biomassa sumberdaya hiu pada kondisi MEY, MSY, dan *Open Access* masing-masing adalah 630,46 ton per tahun, 593,49 ton per tahun dan 73,95 ton per tahun. Dari hasil analisis optimasi statik, ditemukan bahwa tingkat produksi tertinggi (h) yang mencapai keseimbangan biologi pada sumberdaya hiu terjadi pada kondisi MSY, yaitu sebesar 113,66 ton per tahun. Kemudian, pada kondisi MEY tingkat produksi mencapai

113,22 ton per tahun, dan pada kondisi OA hanya mencapai 26,56 ton per tahun. Sementara itu, tingkat upaya optimal untuk mengeksploitasi sumberdaya hiu secara berurutan adalah pada kondisi OA sebanyak 133 trip per tahun, MSY sebanyak 71 trip per tahun, dan MEY sebanyak 66 trip per tahun. Selain itu, hasil optimasi juga menunjukkan bahwa rente ekonomi yang memberikan keuntungan maksimum tertinggi adalah pada kondisi MEY sebesar Rp. 1.611,40 juta per tahun, diikuti oleh MSY sebesar Rp. 1.604,29 juta per tahun, dan OA sebesar Rp. 0 juta per tahun.

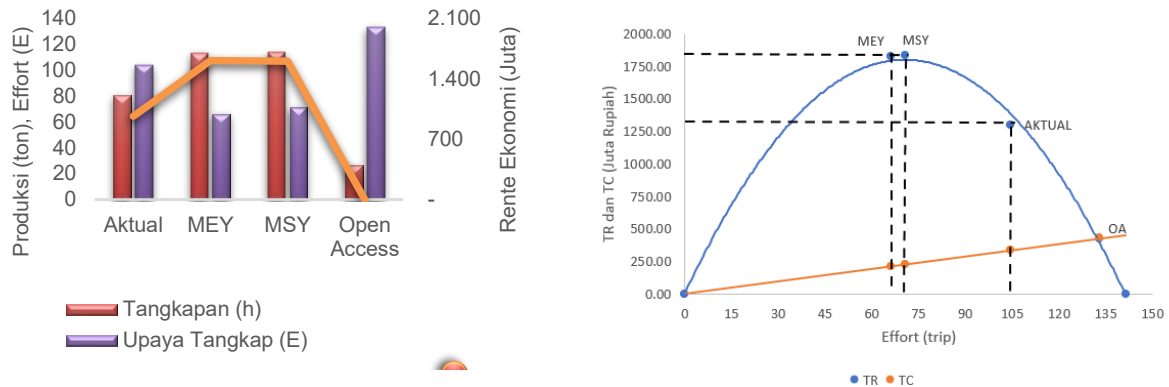
Untuk memahami cara pengelolaan sumber daya hiu di Balikpapan, dilakukan perbandingan antara kondisi aktual dengan hasil analisis optimasi statik. Tujuan dari perbandingan ini adalah untuk mengetahui tingkat produksi, upaya, dan rentabilitas ekonomi yang terkait dengan pengelolaan sumber daya hiu tersebut. Berdasarkan Tabel 6, ditemukan bahwa tingkat upaya penangkapan aktual rata-rata sumber daya hiu selama periode 2016-2021 adalah 104 trip per tahun. Sementara itu, hasil analisis menunjukkan bahwa effort optimal dengan menggunakan pendekatan optimasi statik adalah 133 trip per tahun pada kondisi open access, 71 trip per tahun pada kondisi MSY, dan 66 trip per tahun pada kondisi MEY. Hal ini mempengaruhi hasil tangkapan nelayan, dimana tingkat produksi optimal pada kondisi statik memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan tingkat produksi aktual. Tingkat produksi optimal dalam berbagai kondisi pengelolaan adalah sebesar 113,22 ton per tahun pada kondisi MEY dan 113,66 ton per tahun pada kondisi MSY, sementara tingkat produksi aktual rata-rata sumber daya hiu selama periode 2016-2021 adalah 80,77 ton per tahun.

Aktivitas penangkapan (*effort*) yang tinggi terhadap sumberdaya hiu diduga menjadi faktor utama yang mengakibatkan penurunan stok sumberdaya hiu. Hal ini berdampak pada rendahnya tingkat produksi penangkapan yang sebenarnya bisa lebih tinggi jika dilakukan pengelolaan yang optimal. Menurunnya tingkat produksi ini dikarenakan jumlah sumberdaya hiu yang tersedia semakin berkurang. Berdasarkan hasil analisis optimasi statik, tingkat keuntungan optimal atau rente yang bisa didapat adalah Rp 1.611,40 juta per tahun pada kondisi MEY dan Rp 1.604,29 juta per tahun pada kondisi MSY. Namun kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa tingkat keuntungan yang diperoleh secara aktual hanya sebesar Rp 965,10 juta per tahun.

Perbedaan rente ekonomi tersebut disebabkan oleh jumlah produksi hasil tangkapan yang menurun dan upaya penangkapan yang semakin meningkat, di mana biaya yang dikeluarkan untuk kegiatan penangkapan tidak sebanding dengan hasil yang diperoleh. Hal ini menunjukkan bahwa sumber daya hiu telah ditangkap secara berlebihan, baik secara biologis (*biological overfishing*) maupun ekonomis (*economic overfishing*). Oleh karena itu, upaya penangkapan perlu segera dikurangi untuk memastikan keberlanjutan sumber daya hiu. Menurut (Anna, 2003), *economical overfishing* disebabkan oleh input yang berlebihan yang melebihi input yang lestari dan optimal, sehingga penting untuk mengambil tindakan dalam pengelolaannya. Salah satu langkah tersebut adalah dengan mengurangi upaya penangkapan (*effort*) untuk melindungi sumberdaya hiu dapat berkelanjutan.

Grafik yang ditunjukkan pada Gambar 3 menunjukkan perbedaan antara pemanfaatan sumberdaya hiu dalam kondisi aktual dengan kondisi optimasi statik. Terlihat bahwa dalam keadaan open access, tingkat usaha yang diperlukan jauh lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi MSY dan MEY. Untuk mencapai keadaan optimal MEY, dibutuhkan usaha yang lebih sedikit dibandingkan dengan upaya yang diperlukan untuk mencapai titik MSY. Hal ini sesuai dengan penjelasan yang diungkapkan oleh (Fauzi, 2010) bahwa cara optimal untuk memanfaatkan sumberdaya ikan adalah dengan kondisi MEY, karena dapat dipertahankan

secara berkelanjutan dan memberikan nilai rente ekonomi yang lebih tinggi dibandingkan dengan pemanfaatan dalam keadaan Open Access dan MSY.



Gambar 3. Grafik Perbandingan Pemanfaatan Sumberdaya Hiu dalam Kondisi Aktual dan Optimasi Statik

### Analisis Bioekonomi Dinamik Sumberdaya Hiu

Dalam analisis bioekonomi dinamik sumberdaya hiu memasukkan faktor waktu untuk memahami pengelolaan sumberdaya hiu dan aspek ekonominya dengan memperhitungkan faktor waktu. Diperlukan suatu kebijakan pengelolaan untuk menjamin pemanfaatan sumberdaya perikanan secara berkelanjutan. Oleh karena itu, sumberdaya saat ini digunakan seefektif mungkin untuk memastikan bahwa generasi mendatang menerima manfaat yang setidaknya sama dengan keadaan sumberdaya tersebut pada saat ini. Dalam rangka mencapai tingkat pemanfaatan optimal dinamik pada sumberdaya hiu menggunakan nilai suku bunga diskonto sebesar 6.3%. Kemudian untuk mengetahui bagaimana kondisi optimasi dinamik sumberdaya hiu, maka parameter dalam bioekonomi statik diolah kembali melalui formula bioekonomi dinamik berdasarkan persamaan pada Tabel 2 dengan menggunakan nilai suku bunga diskonto 6.3% dan membandingkan dengan nilai suku bunga diskonto dari *worldbank* yaitu 18%, 15%, 12% dan 10%. Hasil analisis optimasi dinamik sumberdaya hiu dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Analisis Bioekonomi Dinamik Sumberdaya Hiu Pada Berbagai Tingkat *Discount Rate*

Pengukuran	Aktual	Model Dinamik dalam berbagai <i>Discount Rate</i>				
		$i = 6.3\%$	$i = 10\%$	$i=12\%$	$i=15\%$	$i=18\%$
x (ton)		547.78	504.43	481.81	449.53	419.24
h (ton)	80.77	112.99	111.10	109.64	106.98	103.86
E (ton)	104	76	81	84	88	91
$\pi$ (juta Rp)	971.31	25,544.63	16,039.83	13,204.38	10,310.93	8,333.25

Sumber : Data Diolah (2022)

Tabel 7 menunjukkan perbandingan antara penggunaan sumberdaya hiu dalam kondisi aktual dan kondisi optimal secara dinamis dengan tingkat *discount rate* yang berbeda. Dari hasil perhitungan terlihat bahwa tingkat volume produksi (h) dalam pendekatan optimal dinamik lebih besar dari pemanfaatan aktual, dan tingkat upaya (E) yang dilakukan jauh lebih kecil daripada upaya aktual. Selain itu, terdapat perbedaan yang cukup besar antara nilai rente ekonomi ( $\pi$ ) pada kondisi pemanfaatan optimal dinamik dengan nilai rente ekonomi pada kondisi aktual.

Untuk mencapai nilai rente ekonomi yang optimal agar nilai keuntungan yang diperoleh lebih besar dari kondisi aktual, maka pada tingkat *discount rate* 6.3 %, jumlah upaya penangkapan (*effort*) harus dikurangi sebanyak 28 trip. Dimana nilai rente ekonomi optimal adalah Rp. 25.544.630.000 dengan total usaha yang diperbolehkan sebanyak 76 trip. Dibandingkan dengan pengelolaan dalam optimasi statik, pengelolaan sumberdaya hiu dalam kerangka optimisasi dinamik lebih dapat diterima, karena dapat memberikan nilai manfaat ekonomi yang tinggi dengan sedikit ruang untuk peningkatan upaya penangkapan dari kondisi *MEY*, namun tetap di bawah tingkat upaya dalam kondisi *open access*. Dengan menghasilkan tingkat produksi dan surplus ekonomi yang lebih tinggi dari kondisi *MEY* pada optimasi statik, pengendalian upaya penangkapan masih dimungkinkan.

Tingkat *discount rate* yang rendah dapat mengurangi laju eksploitasi sumberdaya hiu dan meningkatkan pertumbuhan biomassa secara alami, sementara tingkat *discount rate* yang tinggi dapat mempercepat laju eksploitasi sumberdaya hiu dan mempengaruhi tekanan yang tinggi pada sumberdaya hiu. Semakin rendah Tingkat *discount rate*, semakin tinggi biomassa sumberdaya hiu yang dihasilkan. Jika tingkat *discount rate* mencapai level 0, analisis dinamik dan analisis statik pengelolaan sumberdaya hiu akan sama pada kondisi *MEY*. Namun, jika tingkat *discount rate* meningkat hingga tak terhingga, analisis dinamik sumberdaya hiu akan identik dengan analisis statik pengelolaan *open access* (OA) yang dapat mengakibatkan penurunan bahkan kepunahan sumberdaya hiu. Oleh karena itu, tingkat *discount rate* memiliki peran penting dalam pengelolaan sumberdaya hiu dan perlu dipertimbangkan dalam pengambilan kebijakan.

Rente ekonomi yang dihasilkan juga menunjukkan tren yang sama, di mana rendahnya tingkat *discount rate* dapat menghasilkan rente ekonomi yang lebih tinggi, sementara tingginya tingkat *discount rate* dapat menyebabkan penurunan rente ekonomi. Hasil ini sejalan dengan temuan dari (Susilo, 2010) yang mengindikasikan bahwa penangkapan ikan yang berlebihan tidak akan memberikan manfaat jangka panjang dalam hal nilai rente ekonomi dan dapat menyebabkan biaya yang meningkat, yang pada gilirannya dapat mempercepat degradasi sumber daya ikan.

### **Analisis Rente Ekonomi Optimal**

Untuk informasi lebih detail mengenai produksi lestari dan rente ekonomi optimal pada sumberdaya perikanan Hiu, dapat dilihat pada Tabel 8.

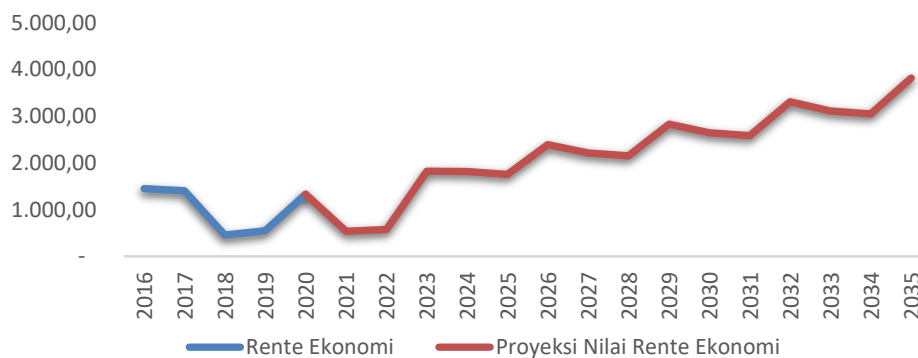
Tabel 8. Hasil Analisis Rente Ekonomi Optimal Sumberdaya Hiu di Balikpapan Tahun 2016-2021

Tahun	<i>Effort</i> Aktual (Trip)	Produksi Aktual (ton)	Produksi Lestari (ton)	Biaya <i>Riil</i> (Juta Rp/ Ton)	Harga <i>Riil</i> (Juta Rp/ Ton)	TR Lestari (Juta Rp)	TC (Juta Rp)	Rente Ekonomi Optimal (Juta Rp)
2016	79	99.64	111.94	3.02	15.10	1689.76	240.14	1,449.62
2017	86	148.08	108.00	3.10	15.47	1670.41	267.91	1,402.49
2018	122	86.11	53.12	3.20	15.95	847.28	390.75	456.53
2019	120	44.00	57.68	3.26	16.25	937.23	391.64	545.58
2020	97	62.09	98.39	3.37	16.80	1652.54	325.06	1,327.48
2021	121	44.69	55.50	3.44	17.18	953.50	417.38	536.12

Sumber : Data Diolah (2022)

Berdasarkan data pada Tabel 8, terlihat fluktuasi rente ekonomi optimal sumberdaya hiu dalam rentang waktu 2016 hingga 2021. Pada tahun 2016, tercatat rente ekonomi optimal tertinggi sebesar Rp 1.449.620.000, sementara pada tahun 2018 mencapai nilai terendah sebesar Rp 456.530.000. Kemungkinan fluktuasi ini dipengaruhi oleh variasi upaya penangkapan hiu yang dilakukan, yang pada akhirnya memengaruhi total biaya yang dikeluarkan dan berdampak pada rente ekonomi yang dihasilkan.

Dari nilai rente ekonomi optimal yang diterima pada periode 2016-2021 dilakukan proyeksi nilai rente ekonomi optimal yang dapat diperoleh dalam jangka waktu menengah (10 tahun) yaitu sebesar Rp. 1.756.550.000 dan dalam jangka waktu panjang (20 tahun) yaitu sebesar Rp. 3.817.790.000 yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Proyeksi Nilai Rente Ekonomi Sumberdaya Hiu sampai dengan Jangka Waktu Panjang (20 Tahun)

Nilai proyeksi tersebut dapat dicapai jika nilai keseimbangan jangka panjang untuk stok ( $x$ ) maksimal sebesar 497.90 ton per tahun dan nilai produksi ( $h$ ) maksimal sebesar 110.71 ton per tahun. Nilai ini jika dibandingkan dengan kondisi optimal statik masih berada di bawah nilai *MEY* dan dibawah nilai pengelolaan dalam kondisi optimal dinamik ( $i=6.3\%$ ).

## SIMPULAN

Berdasarkan analisis model bioekonomi, tingkat eksploitasi sumberdaya hiu yang optimal adalah pada kondisi *MEY*, yang dapat memberikan nilai rente ekonomi yang lebih tinggi dan lebih berkelanjutan jika dibandingkan dengan kondisi *Open Access* dan *MSY* pada model bioekonomi statik. Namun, pada model bioekonomi dinamik, tingkat optimal pengelolaan sumberdaya hiu akan tercapai pada tingkat *discount rate* sebesar 6,3%. Hal ini dikarenakan pengelolaan pada tingkat *discount rate* tersebut dapat memberikan manfaat ekonomi yang lebih tinggi dan memberikan ruang untuk sedikit peningkatan upaya penangkapan dari kondisi *MEY*. Namun masih tetap dibawah tingkat *effort* pada kondisi *Open Access*. Nilai rente ekonomi optimal pemanfaatan sumberdaya hiu di Balikpapan selama tahun 2016-2021 mengalami fluktuasi. Dari hasil proyeksi nilai rente ekonomi optimal dalam jangka waktu menengah (10 tahun) dan jangka waktu panjang (20 tahun) akan diperoleh jika keseimbangan jangka panjang untuk stok ( $x$ ) dan nilai produksi ( $h$ ) dapat dimaksimalkan namun masih berada di bawah nilai *MEY* pada kondisi statik atau dibawah nilai pengelolaan dalam kondisi optimal dinamik ( $i=6.3\%$ ).

**SARAN**

Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk melengkapi hasil penelitian ini utamanya terkait analisis degradasi sumberdaya hiu di Balikpapan dan juga rekomendasi alternatif kebijakan untuk pengelolaan sumberdaya hiu berkelanjutan untuk jangka waktu panjang yang mengikuti perkembangan dinamika sumberdaya hiu

**DAFTAR PUSTAKA**

- Anna, S. (2003). *Model Embedded Dinamik Ekonomi Interaksi Perikanan-Pencemaran*. Tesis. Program Pasca Sarjana: Institut Pertanian Bogor.
- Dent, F., & Clarke, S. (2015). State of the global market for shark products. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 590.*, 187.
- Dulvy, N. K., Fowler, S. L., Musick, J. A., Cavanagh, R. D., Kyne, P. M., Harrison, L. R., Carlson, J. K., Davidson, L. N., Fordham, S. V., Francis, M. P., Pollock, C. M., Simpfendorfer, C. A., Burgess, G. H., Carpenter, K. E., Compagno, L. J., Ebert, D. A., Gibson, C., Heupel, M. R., Livingstone, S. R., ... White, W. T. (2014). Extinction risk and conservation of the world's sharks and rays. *ELife*, 3. <https://doi.org/10.7554/elife.00590>
- Elliott, J. M., & Gulland, J. A. (1984). Fish Stock Assessment. A Manual of Basic Methods. *The Journal of Animal Ecology*, 53(2), 700. <https://doi.org/10.2307/4553>
- Fahmi, & Dharmadi. (2013). *Tinjauan Status Perikanan Hiu dan Upaya Konservasinya di Indonesia* (Issue 16). <http://kkji.kp3k.kkp.go.id>
- Fahmi, F., & Ebert, D. A. (2018). *Parmaturus nigripalatum* n. sp., a new species of deep-sea catshark (Chondrichthyes: Carcharhiniformes: Scyliorhinidae) from Indonesia. *Zootaxa*, 4413(3), 531. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4413.3.7>
- Fauzi, A. (2006). *Ekonomi Sumber Daya Alam dan Lingkungan: Teori dan Aplikasi* (2nd ed.). Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Fauzi, A. (2010). *Ekonomi Perikanan: Teori, Kebijakan dan Pengelolaan*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Fauzi, A., & Anna, S. (2008). *Permodelan sumber daya Perikanan dan Kelautan*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Fauzi, A., & Suzy, A. (2005). *Pemodelan Sumber Daya Perikanan dan Kelautan untuk Analisis Kebijakan*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Frid, A., Baker, G. G., & Dill, L. M. (2008). Do shark declines create fear-released systems? *Oikos*, 117(2), 191–201. <https://doi.org/10.1111/j.2007.0030-1299.16134.x>
- Ryan, T. P. (2013). *Sample Size Determination and Power*. John Wiley and Sons.
- Sibagariang, O. P., Agustriani, F., Fauziyah, & Agustriani, F. (2011). Analisis Potensi Lestari Sumberdaya Perikanan Tuna Longline di Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah. *Maspari Journal*, 3, 24–29.
- Simeon, B. M., Agustina, S., Muttaqin, E., Yulianto, I., Ichsan, M., & Muhsin. (2017). *Laporan Teknis: Pemantauan Hasil Tangkapan Hiu dan Pari di Tanjung Luar, Provinsi Nusa Tenggara Barat*. May 2021, 14.
- Susilo, H. (2010). Analisis bioekonomi pada pemanfaatan sumberdaya ikan pelagis besar di perairan bontang. *Jurnal Kebijakan Sosial Ekonomi Kelautan Dan Perikanan*, 7(1), 25–30.
- Zulbainari, N. (2020). *Teori dan Praktik Pemodelan Bioekonomi dalam Pengelolaan Perikanan Tangkap Edis Revisi*. Bogor: PT Penerbit IPB Press.