

LAPORAN AKHIR HIBAH PENELITIAN DOSEN



**STATUS DAN PENGELOLAAN PERIKANAN
KAKAP (*LUTJANIDAE*), KERAPU (*SERRANIDAE*) DAN
KETAMBA (*LETHRINIDAE*)
DI KAWASAN KONSERVASI PERAIRAN KABUPATEN BERAU**

OLEH :

Ketua : Dr. Juliani, S.Pi., M.Si

Anggota : Nurul Ovia Oktawati, S.Pi., M.Si

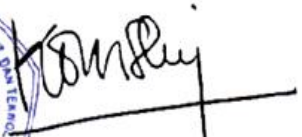
**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS MULAWARMAN
OKTOBER 2022**

HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul Penelitian : Status dan Pengelolaan Perikanan Kakap (*Lutjanidae*), Kerapu (*Serranidae*) dan Ketamba (*Lethrinidae*) Di Kawasan Konservasi Perairan Kabupaten Berau
2. Ketua Peneliti
 - a. Nama Lengkap : Dr. Juliani, S.Pi., M.Si
 - b. Jenis Kelamin : Laki-laki
 - c. NIP/NIK : 19711218 200003 1 001
 - d. Pangkat / Golongan : Pembina Tingkat I / IV b
 - e. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
 - f. Fakultas/Jurusan : Perikanan dan Ilmu Kelautan / Sosial Ekonomi Perikanan
 - g. Alamat : Jl.Gunung Tabur Gedung FPIK Kampus Gunung Kelua Samarinda
 - h. Telpon/Fax : 0541-749482
 - i. Alamat Rumah : Jl. Jakarta RT.71 Blok CW/07 Samarinda
 - j. Telpon/Fax/e-mail : 0541-270832
3. Jangka Waktu Penelitian : 1 (satu) tahun
Usulan ini adalah usulan Tahun ke - : 1 (Pertama)
4. Pembiayaan
 - a. Jumlah biaya yang : Rp.20.000.000,- (*Dua Puluh Juta*
Diajukan ke : *Rupiah*
Universitas
Mulawarman tahun ke
- 1
 - b. Jumlah biaya yang : -
Diajukan tahun ke - 2

Mengetahui,
Dekan Fpik




Dr. Ir. Komsanah Sukarti, M.P.
NIP. 196405101989032003

Samarinda, 10 Oktober 2022
Ketua Peneliti,



Dr. Juliani, S.Pi., M.Si
NIP.19711218 200003 1 001

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur tim penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan berkah dan rahmat-NYA, sehingga penelitian dan penulisan laporan yang berjudul ” **Status dan Pengelolaan Perikanan Kakap (*Lutjanidae*), Kerapu (*Serranidae*) dan Ketamba (*Lethrinidae*) Di Kawasan Konservasi Perairan Kabupaten Berau**” dapat diselesaikan, untuk itu mohon arahan dan masukan dari seluruh staf dosen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Penyusunan laporan ini merupakan bagian dari hasil penelitian tim dengan dukungan dari semua pihak terkait lainnya.

Penghargaan dan ucapan terima kasih tim penulis sampaikan dengan tulus kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dan masukkan dalam proses penulisan hasil penelitian ini, sehingga dapat selesai, oleh karena itu tim penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Rektor Universitas Mulawarman Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur
2. Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Mulawarman, Samarinda
3. Ketua Jurusan Sosial Ekonomi Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Mulawarman Dr. Juliani, S.Pi., M.Si yang telah memberikan kesempatan kepada tim mengerjakan hibah penelitian
4. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Sosial Ekonomi Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Mulawarman, yang telah memberikan masukan dan saran dalam penulisan laporan ini.

Tulisan ini setidaknya masih terdapat kekurangan dan kelemahannya, oleh sebab itu memerlukan perbaikan dan koreksi. Tim penulis mengharapkan masukan, arahan dan saran dari semua pihak.

Samarinda. Oktober, 2022

Tim Penulis,

ABSTRAK

Status dan Pengelolaan Perikanan Kakap (*Lutjanidae*), Kerapu (*Serranidae*) dan Ketamba (*Lethrinidae*) Di Kawasan Konservasi Perairan Kabupaten Berau

Sasaran pengembangan upaya penangkapan pelagis kecil, dituntut kemampuannya harus dapat mencapai kondisi perikanan tangguh yang dicirikan dalam berbagai prinsip utama yaitu keragaan upaya penangkapan pelagis kecil yang produktif dalam arti efektif dan efisien, stabil, berlanjut (*sustainable*) secara ekonomis dan biologis serta terpadu. Upaya penangkapan pelagis kecil harus mampu mendayagunakan sumberdaya perikanan dasar secara optimal, baik aspek sumberdaya alam maupun sumberdaya nelayannya (diversifikasi, rasionalisasi), mampu mengatasi segala hambatan dan tantangan antara lain musim paceklik ikan yang panjang, penurunan produksi hasil tangkapan karena pencemaran/penurunan kualitas air, bisa menyesuaikan diri dalam pola dan struktur produksinya terhadap perubahan lingkungan hidup maupun perubahan teknologi. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pola pertumbuhan, laju mortalitas, eksploitasi, ukuran layak tangkap dan pola rekrutmen sebagai input untuk menetapkan rencana pengelolaan yang tepat, menentukan status tingkat optimasi statik dan dinamik pemanfaatan, dan laju depresiasi serta degradasi sumber daya ikan dan menentukan strategi rencana pengelolaan perikanan Kakap (*Lutjanidae*), Kerapu (*Serranidae*) dan Ketamba (*Lethrinidae*) yang berkelanjutan. Penelitian dilaksanakan di Kecamatan Biduk-biduk Kabupaten Berau yang masuk dalam wilayah administrasi Provinsi Kalimantan Timur dalam waktu selama 3 (tiga) bulan, sejak Agustus - Oktober 2022. Hasil analisis menunjukkan model pertumbuhan ikan Cunding (*Lutjanus gibbus*) $L_t = 37,85(1 - e^{-0,51(t+0,300)})$, Kerapu Lumpur Hitam (*Aethaloperca rogoa*) $L_t = 45,20(1 - e^{-1,01(t+0,141)})$ dan Lencam (*Lethrinus lentjan*) $L_t = 30,50(1 - e^{-1,01(t+0,157)})$. Laju eksploitasi tidak optimum, ikan yang tertangkap memiliki ukuran layak tangkap. Status tingkat pemanfaatan sumberdaya ikan telah *overfishing*, pemanfaatan sumber daya ikan berada dalam zona aman yang lebih rendah dari nilai koefisien standar (*bench marking*). Status stok dan kondisi perikanan Cunding (*Lutjanus gibbus*) *over exploited* dan *overfishing*, Kerapu Lumpur Hitam (*Aethaloperca rogoa*) dan Lencam (*Lethrinus lentjan*) *under exploited* dan *under fishing*.

Kata Kunci: Status, Pengelolaan, Perikanan, Kawasan Konservasi

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Permasalahan dan Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	5
1.4. Manfaat Penelitian	5
1.4.1. Manfaat Akademik	5
1.4.2. Manfaat Praktis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Pengelolaan Sumber Daya Perikanan Tangkap	6
2.2. Parameter Pertumbuhan Ikan	7
2.3. Pemanfaatan Sumber Daya Ikan	11
2.4. Degradasi dan Depresiasi Sumber Daya Ikan	18
2.5. Rencana Pengelolaan Perikanan Kakap, Kerapu dan Ketamba	19
2.5.1. Tujuan Operasional	20
2.5.2. Isu Prioritas	20
III. METODE PENELITIAN	23
3.1. Materi dan Peralatan Penelitian	23
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian	23
3.3. Jenis dan Sumber Data Penelitian	24
3.4. Metode Analisis Data	26
3.4.1. Analisis Laju Mortalitas dan Pola Rekrutmen	26
3.4.2. Analisis Pemanfaatan Optimal Sumber Daya Ikan	27
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	31

4.1.	Gambaran Umum Wilayah Studi	31
4.2.	Deskripsi Potensi Perikanan Wilayah Studi.....	36
4.2.1.	Produksi dan Jenis Sumberdaya Ikan.....	36
4.2.2.	Sebaran Alat Tangkap	37
4.2.3.	Jumlah Tangkapan Nelayan	38
4.2.4.	Sampel Hasil Tangkapan Nelayan	39
4.3.	Jumlah Armada Perikanan Maksimum	53
4.4.	Analisis Pemanfaatan Optimal Sumber Daya Perikanan.....	56
4.4.1.	Jumlah Produksi, CPUE dan <i>Effort</i>	56
4.4.2.	Analisis Optimasi Statik Pemanfaatan Sumber Daya Ikan	61
4.4.3.	Analisis Parameter Biologi	63
4.4.4.	Hasil Analisis Produksi Lestari Sumber Daya Ikan.....	65
4.4.5.	Analisis Optimasi Dinamik Pemanfaatan Sumber Daya Perikanan .	68
4.4.6.	Analisis Laju Degradasi dan Laju Depresiasi	74
4.5.	Rencana Langkah terkait Pengelolaan Perikanan	79
4.5.1.	Indikator dan Angka Acuan	79
4.5.2.	Ketentuan Pengelolaan Perikanan dan Program Pendukung	82
4.5.3.	Ketentuan atau Langkah Pengelolaan Perikanan	82
4.5.4.	Strategi Pemantauan dan Prosedur Pengkajian Perikanan	89
V.	SIMPULAN DAN SARAN	94
5.1.	Simpulan	94
5.2.	Rekomendasi.....	94
	DAFTAR PUSTAKA	95

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Isu terkait praktek penangkapan ikan untuk pengelolaan perikanan kakap dan kerapu di perairan Kabupaten Berau.....	24
Tabel 2.2. Isu sehubungan tata-kelola perikanan dan tujuan operasional pengelolaan perikanan kakap dan kerapu di perairan Kabupaten Berau	24
Tabel 2.3. Isu Terkait usaha nelayan untuk mendukung pengelolaan perikanan kakap dan kerapu di perairan Kabupaten Berau.....	25
Tabel 3.1. Rincian Data, Jenis Data dan Metode Pengambilan Data.....	28
Tabel 4.1. Luas Wilayah di Kabupaten Berau.....	35
Tabel 4.2. Jumlah Penduduk di Kabupaten Berau	36
Tabel 4.3. Parameter Pertumbuhan Berdasarkan <i>Model Von Bertalanffy</i> (L_{max} , L_{∞} , K , t_0 dan L_t) Ikan Hasil Tangkapan Nelayan Di Kecamatan Biduk-biduk.....	48
Tabel 4.4. Ukuran Ikan Pertama Kali Tertangkap dan Layak Tangkap di Perairan Biduk-biduk Hasil Analisis FiSAT II	49
Tabel 4.5. Parameter Mortalitas dan Laju Eksploitasi Ikan Di Kecamatan Biduk-biduk.....	51
Tabel 4.6. Persentase Penambahan Individu Baru (Recruitment) Per Target Spesies Hasil Tangkapan.....	56
Tabel 4.7. Hasil Analisis Optimasi Statik Pemanfaatan Sumber Daya Ikan...	70
Tabel 4.8. Perbandingan Pemanfaatan Sumber Daya Ikan Pada Kondisi Aktual dan Kondisi Optimal Dinamik dengan Tingkat Discount Rate Yang Berbeda.....	74
Tabel 4.9. Hasil Analisis Laju Degradasi dan Laju Depresiasi pada Pemanfaatan Sumber Daya Ikan di Perairan Kabupaten Berau	78
Tabel 4.10. Indikator dan angka acuan untuk mengukur capaian dalam pengelolaan perikanan kakap, kerapu dan ketamba di perairan Kabupaten Berau	83
Tabel 4.11. Angka Acuan untuk Rencana Pengelolaan Perikanan Famili Lutjanidae, Serranidae dan Lethrinidae	84
Tabel 4.12. Angka acuan untuk spesies ikan target dalam kondisi dimanfaatkan berlebih	84

Tabel 4.13. Panjang ikan optimum serta status stok ikan dan perikanan kakap, kerapu dan ketamba di perairan laut Kabupaten Berau Tahun 2022.....	85
Tabel 4.14. Langkah pengelolaan untuk mencapai tujuan operasional pengelolaan perikanan kakap, kerapu dan ketamba di perairan laut Kabupaten Berau	86
Tabel 4.15. Penyuluhan, pengawasan dan penegakan hukum untuk pengelolaan perikanan kakap, kerapu dan ketamba di perairan Kabupaten Berau	90
Tabel 4.16. Upaya terkait tata-kelola perikanan untuk pengelolaan perikanan kakap, kerapu dan ketamba di perairan Kabupaten Berau	91
Tabel 4.17. Program pembangunan perikanan untuk pengelolaan perikanan kakap, kerapu dan ketamba di perairan Kabupaten Berau	92
Tabel 4.18. Jenis data untuk masing-masing indikator, frekuensi pengumpulan dan jenis ikan yang dipantau di perairan laut Kabupaten Berau	93
Tabel 4.19. Metode analisis untuk masing-masing indikator capaian pengelolaan perikanan kakap, kerapu dan ketamba di perairan laut Kabupaten Berau	94

DAFTAR GAMBAR

3.1	Peta Wilayah Studi Rencana Pengelolaan di Kawasan Konservasi Perairan RZWP3K Kabupaten Berau	24
4.1	Peta Wilayah Administrasi Kabupaten Berau	34
4.2	Peta Ekosistem Wilayah Pesisir Kabupaten Berau.....	35
4.3	Peta Rencana Zonasi Wilayah Pesisir Kabupaten Berau.....	36
4.4	Sebaran Alat Tangkap dan Ekosistem Pesisir di Wilayah Pesisir Kabupaten Berau.....	38
4.5	Tren Jumlah Produksi Perikanan Laut Kecamatan Biduk-biduk Kurun 2018-2022	39
4.6	Jumlah Produksi Perikanan laut Kabupaten Berau Tahun 2022	39
4.7	Jenis Ikan Ekonomis Sampel Analisis Hasil Tangkapan.....	41
4.8	Kelompok Ukuran Ikan Hasil Tangkapan	42
4.9	Kisaran Panjang Ukuran Ikan Sampel Hasil Tangkapan dengan Analisis Metode Bhattacharya.....	44
4.10	Kurva Pertumbuhan Panjang Infinitif L_{∞} (cm) dan Umur Relatif Ikan Hasil Tangkapan Nelayan (t ₀).....	47
4.11	Pola Rekrutmen Ikan Hasil Tangkapan Nelayan di Perairan Kecamatan Biduk-biduk	52
4.12	Jumlah Alat Tangkap Kabupaten Berau 2022.....	54
4.13	Jumlah Armada kapal di Kecamatan Biduk-biduk Menurut Kategori Kapal.....	55
4.14	Peta Pola Sebaran Alat Tangkap di Perairan Kabupaten Berau	55
4.15	CPUE Sumber Daya Ikan Hasil Tangkapan.....	58
4.16	Korelasi CPUE dan Effort Sumber Daya Ikan Hasil Tangkapan.....	59
4.17	Korelasi CPUE dan Effort Sumber Daya Ikan Hasil Tangkapan.....	62
4.18	Tingkat Pertumbuhan Intrinsik (r) Sumber Daya Ikan	63
4.19	Koefisien Daya Tangkap (q) Tiap Sumber Daya Ikan	64
4.20	Hasil Analisis Parameter Biologi Daya Dukung Lingkungan (K)	64

4.21	Kurva Hubungan Produksi Aktual, Produksi Lestari dan <i>Effort</i> Sumber Daya Ikan Hasil Tangkapan , Tahun Terjadi <i>Overfishing</i> atau Produksi Aktual Yang Berada di luar Produksi Lestari.....	66
4.42	Hasil Analisis Optimasi Dinamik Sumber Daya Ikan Hasil Tangkapan , Rente Ekonomi Paling Tinggi Dibanding Rente Ekonomi Aktual Pada <i>Discount Rate</i> Berbeda	70
4.23	Hubungan Tingkat <i>Discount Rate</i> dan Rente Ekonomi Optimal Dinamik Sumber Daya Ikan Hasil Tangkapan	72
4.24	Kurva Trend Laju Degradasi dan Depresiasi Sumber Daya Ikan yang Dominan Tertangkap di Perairan Kabupaten Berau	77
4.25	Laju Degradasi dengan Nilai Koefisien Maksimal, Minimal, Rata-Rata dan <i>Benchmarking</i>	78
4.26	Laju Degradasi dengan Nilai Koefisien Maksimal, Minimal, Rata-Rata dan <i>Benchmarking</i>	79
4.27	Siklus proses pengelolaan perikanan kakap, kerapu dan ketamba di perairan laut Kabupaten Berau Provinsi Kalimantan Timur	93

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Potensi sumberdaya pesisir dan laut di Indonesia begitu beragam baik dari segi kuantitas maupun kualitas, seharusnya dapat memberikan kontribusi yang besar terhadap pertumbuhan ekonomi Negara Indonesia. Kabupaten Berau - Provinsi Kalimantan Timur merupakan salah satu wilayah yang memiliki potensi sumberdaya pesisir dan laut yang sangat potensial untuk dikembangkan.

Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2004 tentang Pemerintah Daerah secara jelas melimpahkan kewenangan pengelolaan sumberdaya laut kepada Pemerintah Daerah. Kewenangan tersebut diatur pada pasal 18 UU tersebut dimana disebutkan bahwa daerah yang memiliki wilayah laut diberikan kewenangan untuk mengelola sumberdaya di wilayah laut paling jauh 12 mil laut diukur dari garis pantai kearah laut lepas dan/atau kearah perairan kepulauan untuk provinsi dan 1/3 (sepertiga) dari wilayah kewenangan provinsi untuk kabupaten/kota. Kewenangan daerah untuk mengelola sumberdaya laut meliputi eksplorasi, eksploitasi, konservasi pengelolaan kekayaan laut, pengaturan administrasi, tata ruang, penegakan hukum terhadap peraturan yang dikeluarkan daerah atau yang dilimpahkan kewenangannya oleh pemerintah, ikut dalam pemeliharaan keamanan dan pertahanan negara, di samping itu daerah mendapatkan bagi hasil atas pengelolaan sumberdaya alam di bawah dasar dan/atau di dasar laut (*seabed underneath the sea territorial*) dengan peraturan perundang-undangan.

Kewenangan pengelolaan yang dilimpahkan kepada daerah ini, harus dilakukan secara bijaksana dengan menerapkan prinsip-prinsip keberlanjutan. Pengelolaan wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil dilaksanakan dengan bertujuan untuk (a) melindungi, mengkonservasi, merehabilitasi, memanfaatkan, dan memperkaya sumberdaya pesisir dan pulau-pulau kecil serta sistem ekologisnya secara berkelanjutan; (b) menciptakan keharmonisan dan sinergi antara pemerintah dan pemerintah daerah dalam pengelolaan sumber daya pesisir dan pulau-pulau kecil; (c) memperkuat peran serta masyarakat dan lembaga pemerintah serta mendorong inisiatif masyarakat dalam pengelolaan sumber daya pesisir dan pulau-pulau kecil agar tercapai keadilan, keseimbangan, dan keberlanjutan; dan (d) meningkatkan nilai sosial, ekonomi, dan budaya masyarakat melalui peran serta masyarakat dalam pemanfaatan sumber daya pesisir dan pulau-pulau kecil. Pengelolaan wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil meliputi kegiatan perencanaan, pemanfaatan, pengawasan, dan pengendalian terhadap interaksi manusia dalam memanfaatkan sumber daya pesisir dan pulau-pulau kecil serta proses alamiah secara berkelanjutan dalam upaya meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan menjaga keutuhan Negara Kesatuan Republik Indonesia.

Untuk mengoptimalkan upaya pengembangan/eksploitasi sumber daya pesisir tersebut, perlu dilakukan kegiatan perencanaan, yang berguna untuk mengetahui jenis, letak dan nilai ekonomis sumberdaya serta untuk mengetahui kesesuaian ekologis setempat terhadap upaya eksploitasi sebagaimana diamanatkan dalam Undang-undang Nomor 27 tahun 2007 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-pulau kecil serta PERMEN Nomor 16 tahun 2008 tentang Perencanaan Pengelolaan Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil.

Aturan pengendalian penangkapan (harvest control rules, HCR) merupakan salah satu alat penting dalam pengelolaan perikanan modern dan juga merupakan kebutuhan beberapa program sertifikasi ekolabel. Aturan pengendalian penangkapan mengidentifikasi tindakan manajemen yang disepakati sebelumnya terkait dengan status stok dan kondisi ekonomi atau lingkungan lainnya terhadap angka acuan yang disepakati (Berger *et al.*, 2012). Bentuk aturan pengendalian akan tergantung pada instrumen pengelolaan yang digunakan dalam perikanan. Jika pengendalian output yang digunakan, aturan pengendalian akan menentukan tingkat hasil tangkapan (misalnya kuota) untuk setiap tingkat stok. Bila pengendalian input yang digunakan, aturan pengendalian akan menentukan tingkat input (antara lain tingkat upaya penangkapan, batas ukuran, lama musim penangkapan) untuk status stok tertentu. Aturan pengendalian penangkapan antara lain menyatakan tindakan/langkah pengelolaan yang harus diambil pada saat tingkat fishing mortality lebih tinggi daripada angka acuan dan/atau kelimpahan stok lebih rendah dari angka acuan atau tingkat upaya penangkapan. Kabupaten Berau merupakan salah satu daerah yang memiliki potensi sumberdaya pesisir dan laut yang tinggi dan beragam di Indonesia (Wiryawan, 2008). Hal ini pula yang menjadikan potensi perikanan dan pariwisata bahari Kabupaten Berau juga tinggi. Namun demikian, di kawasan pesisir dan laut Berau juga terdapat berbagai permasalahan seperti perusakan terumbu karang, penurunan populasi penyu, praktek penangkapan ikan yang tidak ramah lingkungan, dan lain sebagainya. Oleh karena itu ditetapkanlah suatu kawasan perlindungan guna mengatasi permasalahan tersebut. Kawasan Konservasi Laut Daerah (KKLD) Berau ditetapkan melalui Peraturan Bupati Berau No. 31 tahun 2005 dengan luas sebesar 1.222.988 ha (Wiryawan *et al.*, 2005).

Tingginya potensi sumberdaya pesisir dan laut Kabupaten Berau menjadikan mata pencaharian utama sebagian besar penduduk adalah nelayan dan petambak. Kondisi area pemukiman yang terletak dekat pantai dan ditunjang dengan keberadaan sumberdaya perikanan yang masih relatif baik, menjadikan masyarakat menggantungkan nasibnya di laut. Di beberapa daerah, bertani merupakan mata pencaharian sampingan penduduk. Namun beberapa tahun terakhir menurut Wiryawan *et al.*(2005), terjadi penurunan hasil tangkapan dan kondisi sumberdaya

kelautan yang dirasakan oleh nelayan terhadap beberapa sumberdaya perikanan dan kelautan. Hal ini mengindikasikan diperlukannya suatu pengelolaan yang baik dan tepat, guna melindungi keanekaragaman laut, menjamin pemanfaatan sumberdaya perikanan dan pariwisata bahari berkelanjutan di Kabupaten Berau.

Kabupaten Berau merupakan salah satu kabupaten dari 10 kabupaten/kota yang termasuk dalam wilayah administrasi pemerintahan Provinsi Kalimantan Timur. Luas wilayahnya adalah sekitar 34.260,70 km² dengan luas wilayah laut sekitar 12.229,88 km² atau 35,7% dari total luas wilayah Kabupaten Berau. Secara administratif Kabupaten Berau berbatasan dengan Kabupaten Bulungan Provinsi Kalimantan Utara di sebelah barat dan utara, sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Kutai Timur dan sebelah timur berbatasan dengan Selat Makassar. Adapun kecamatan yang termasuk dalam wilayah administrasi pemerintahan Kabupaten Berau sebanyak 13 kecamatan, yaitu Kecamatan Tanjung Redeb, Kecamatan Gunung Tabur, Kecamatan Teluk Bayur, Kecamatan Segah, Kecamatan Kelay, Kecamatan Sambaliung, Kecamatan Derawan, Kecamatan Maratua, Kecamatan Tabalar, Kecamatan Biatan, Kecamatan Talisayan, Kecamatan Batu Putih, dan Kecamatan Biduk-Biduk.

Wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil di Kabupaten Berau terdiri dari daratan utama dan pulau-pulau kecil. Daratan utama merupakan bagian dari daratan Pulau Kalimantan dengan panjang garis pantai mencapai 725 km. Luas daratan pesisir sekitar 787.773 Hektar dan luas perairan 1.222.988 Hektar. Pulau-pulau kecil di Kabupaten Berau sebanyak 52 yang tersebar di bagian utara dan selatan. Selain itu juga terdapat beberapa gosong dan atol. Pulau-pulau tersebut tersebar pada 4 kecamatan pesisir, yaitu di Kecamatan Pulau Derawan dan Maratua di bagian utara, dan di Kecamatan Batu Putih dan Biduk-biduk di bagian selatan. Dari 52 pulau tersebut yang berpenghuni hanya 4 pulau, yaitu Pulau Derawan, Maratua, Kaniungan Besar dan Balikukup. Pulau Sambit dan Maratua merupakan pulau-pulau terluar dari Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI).

Secara administratif wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil Kabupaten Berau terletak di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (WPPNRI) 716, yang terdiri dari 8 kecamatan yaitu Kecamatan Pulau Derawan, Kecamatan Sambaliung, Kecamatan Tabalar, Kecamatan Biatan, Kecamatan Talisayan, Kecamatan Batu Putih, Kecamatan Biduk-biduk dan Kecamatan Maratua. Wilayah pesisir Kabupaten Berau memiliki ekosistem laut dan pesisir dengan keanekaragaman hayati yang tinggi dan memiliki kondisi yang relatif baik.

1.2. Permasalahan dan Rumusan Masalah

Permasalahan yang mempengaruhi kondisi perikanan tangkap di Kabupaten Berau, adalah belum adanya alternatif kebijakan yang tepat selain fokus pada upaya untuk memaksimalkan produksi yang diperoleh nelayan. Kebijakan yang terkait

dengan usaha perbaikan lingkungan perairan belum maksimal, karena setiap alternatif kebijakan, memiliki konsekuensi yang berbenturan dengan kepentingan *stakeholder* lain. Belum adanya pengaturan tata ruang pesisir dan laut yang komprehensif, sehingga berpotensi menimbulkan konflik kepentingan antar *stakeholder*.

Usaha perikanan tangkap di Kabupaten Berau, belum mempunyai instrumen untuk menilai keberlanjutannya pada masa mendatang secara komprehensif. Perikanan tangkap belum mempunyai ukuran untuk menilai aspek mana yang paling tepat, agar aktivitas perikanan tangkap dapat berkelanjutan.

Penelitian ini memasukan analisis pertumbuhan, sebagai instrumen untuk menilai keberlanjutan perikanan. Pengkajian dinamika populasi ikan merupakan kajian tentang nilai dugaan besarnya biomasa ikan berdasarkan kelompok jenis ikan dalam waktu tertentu dengan menggunakan aplikasi ilmu statistika dan matematika, sehingga diperoleh status stok ikan secara kuantitatif untuk kepentingan pendugaan stok ikan dan alternatif pengelolaan perikanan. Sebaran frekuensi panjang merupakan informasi dasar yang sangat penting untuk mengetahui laju pertumbuhan dan merupakan beberapa faktor pertimbangan utama dalam menetapkan rencana pengelolaan perikanan suatu sumber daya ikan tertentu.

Permasalahan yang mendasari penelitian ini, antara lain perubahan struktur populasi menggambarkan siklus hidup ikan ini penting untuk diketahui, besarnya tekanan upaya penangkapan, kemerosotan sumberdaya dan terjadinya pemborosan secara ekonomi dan tidak optimalnya penggunaan faktor-faktor produksi untuk mengeksploitasi sumberdaya, hasil tangkapan sifatnya musiman, walaupun dapat ditangkap sepanjang tahun, tingginya tingkat kemiskinan sepanjang pesisir Kabupaten Berau, model strategi kebijakan yang dapat dibangun untuk menentukan rencana pengelolaan perikanan yang tepat untuk mencapai pemanfaatan yang berkelanjutan.

Berdasarkan hal tersebut di atas, dilakukan suatu penelitian dalam rangka rencana pengelolaan perikanan sumber daya ikan secara berkelanjutan, dimana lebih difokuskan pada kajian dinamika populasi sumber daya ikan. Informasi tentang keadaan stok sumber daya ikan meliputi sebaran frekuensi panjang, pola pertumbuhan, laju mortalitas dan upaya optimum penangkapan ikan. Informasi tersebut berguna bagi rencana pengelolaan sumber daya ikan yang lebih tepat dan berkelanjutan. Sehubungan dengan permasalahan-permasalahan yang ada, *research question* yang akan dijawab dalam penelitian ini:

1. Bagaimana pola pertumbuhan, laju mortalitas, eksploitasi dan pola rekrutmen sumber daya ikan hasil tangkapan nelayan;
2. Bagaimana status tingkat optimasi statik dan dinamik pemanfaatan, laju degradasi dan depresiasi sumber daya ikan;

3. Apa strategi rencana pengelolaan perikanan tangkap yang berkelanjutan di kawasan konservasi perairan Kabupaten Berau.

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk menjawab perumusan masalah tersebut, yaitu:

1. Mengetahui pola pertumbuhan, laju mortalitas, eksploitasi, ukuran layak tangkap dan pola rekrutmen sebagai input untuk menetapkan rencana pengelolaan yang tepat;
2. Menentukan status tingkat optimasi statik dan dinamik pemanfaatan, dan laju depresiasi serta degradasi sumber daya ikan;
3. Menentukan strategi rencana pengelolaan perikanan Kakap (*Lutjanidae*), Kerapu (*Serranidae*) dan Ketamba (*Lethrinidae*) yang berkelanjutan di kawasan konservasi perairan Kabupaten Berau.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat kegiatan penelitian Status dan Pengelolaan Perikanan Kakap (*Lutjanidae*), Kerapu (*Serranidae*) dan Ketamba (*Lethrinidae*) Di Perairan Kabupaten Berau adalah sebagai berikut:

1.4.1. Manfaat Akademik

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah dan sumbangan pemikiran dalam peningkatan dan pengembangan, serta pembaharuan ilmu dalam bidang pengelolaan perikanan tangkap guna memformulasikan kebijakan Pengelolaan Perikanan Kakap (*Lutjanidae*), Kerapu (*Serranidae*) dan Ketamba (*Lethrinidae*) yang berkelanjutan yang melibatkan pemerintah daerah dan masyarakat.

1.4.2. Manfaat Praktis

Manfaat bagi masyarakat nelayan, diharapkan memahami dan taat aturan rencana pengelolaan dan kebijakan pemerintah, berkaitan dengan pemanfaatan sumber daya ikan dengan menggunakan alat tangkap ramah lingkungan, agar usaha penangkapan berkelanjutan, lestari dan optimal. Manfaat bagi pemerintah sebagai input bagi Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Kalimantan Timur, mengenai kebijakan kegiatan perikanan tangkap di perairan Kabupaten Berau, dalam merumuskan kebijakan pengelolaan dan pembangunan perikanan guna menjadi perhatian dalam implementasi Rencana Zonasi Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil (RZ-WP3K) Provinsi Kalimantan Timur.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengelolaan Sumber Daya Perikanan Tangkap

Sejak disahkannya Undang Undang No 22/1999 tentang Otonomi Daerah yang lalu direvisi menjadi Undang Undang No 32/2004, tentang Pemerintahan Daerah merupakan tonggak penting dalam desentralisasi kelautan dan perikanan. Pada awal disahkannya undang undang itu, masyarakat menduga otonomi daerah menyebabkan pengaplingan laut. Undang Undang No 22/1999 menjadi dasar bagi Undang Undang No 27/2007 dan Undang Undang Perikanan (Undang Undang No 31/2004) yang lebih desentralistis. Oleh karena itu, kota/kabupaten berperan penting dalam pengelolaan laut, baik dalam perencanaan pesisir (strategi, zonasi, pengelolaan), konservasi, rehabilitasi, reklamasi, pengelolaan perikanan, perizinan usaha perikanan, pemberdayaan masyarakat pesisir, penyuluhan perikanan, maupun pengawasan. Meski demikian, kelemahannya juga tak kecil. Pertama, keterbatasan kapasitas pemerintah daerah dalam pengelolaan pesisir ataupun perikanan. Banyak daerah yang tak mampu mengontrol pesisirnya, sehingga pertambangan ilegal di pesisir dan pengeboman ikan masih marak. Daerah pada kenyataannya masih bergantung pada peran pemerintah pusat, lembaga swadaya masyarakat, ataupun perguruan tinggi. Kedua, koordinasi di tingkat provinsi kurang efektif karena daerah merasa memiliki posisi yang sama kuat. Padahal, sumber daya perikanan bersifat lintas wilayah administratif yang butuh koordinasi pengelolaan. Ketiga, kebijakan yang kontra produktif atas upaya keberlanjutan juga muncul, seperti praktik pemberian izin atas kapal yang memanipulasi data ukuran kapal, serta izin atas alat tangkap merusak lingkungan. Keempat rentan atas dinamika politik lokal. Basis kompetensi seseorang dalam pengangkatan kepala dinas perikanan, kurang diperhatikan dan kalah oleh pertimbangan politik. Tidak sedikit kepala dinas berasal dari latar kompetensi yang jauh berbeda, dari bidang kelautan dan perikanan. Kewenangan wilayah tugas untuk Pengawas Perikanan yang berasal dari Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi dan Dinas Kelautan dan Perikanan Kota/Kabupaten, pada masa berlakunya Undang Undang No. 32 Tahun 2004 diatur dalam Pasal 18, yang menentukan wilayah tugas Pengawas Perikanan Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi yaitu 12 Mil laut dari garis pantai, sedangkan Dinas Kelautan dan Perikanan Kota/Kabupaten 1/3 Mil laut atau 4 Mil laut dari wilayah provinsi. Dengan adanya kewenangan Pengawas Perikanan kota/kabupaten anggaran pengawasan dari Kementerian Kelautan dan Perikanan kepada pemerintah kabupaten/kota dapat langsung disalurkan melalui pemerintah provinsi, demikian halnya juga dalam hal pendukung pengawasan perikanan berupa

speedboat dan barang inventaris pengawas lainnya (UU 32 Tahun 2004; UU 23 Tahun 2014; Iskandar 2015)

Setelah Undang Undang Nomor 32 Tahun 2004 tidak berlaku dan digantikan dengan Undang Undang Nomor 23 Tahun 2014 tentang Pemerintahan Daerah terdapat polemik khususnya, kewenangan pemerintah kota/kabupaten atas urusan bidang kelautan dan perikanan. Lebih khusus lagi, karena kewenangan pengelolaan sumber daya laut akan ada di provinsi. Bahwa ini akan berimbas pada pengawasan sumber daya kelautan dan perikanan yang notabene sebelumnya dikelola oleh pemerintah kota/kabupaten untuk jarak 4 mil laut.

Pasal 27 Undang Undang No. 32 Tahun 2014, sama sekali tidak tertulis kewenangan pemerintah kota/kabupaten, dalam hal mengelola sumber daya alam di laut, yang ada hanyalah kewenangan pemerintah provinsi dalam hal eksplorasi, eksploitasi, konservasi, dan pengelolaan kekayaan laut di luar minyak dan gas bumi, pengaturan administratif, pengaturan tata ruang, ikut serta dalam memelihara keamanan di laut dan ikut serta dalam mempertahankan kedaulatan negara (UU 23 Tahun 2014 ; UU 32 Tahun 2004 ; Iskandar 2015).

Kewenangan pemerintah kota/kabupaten, hanyalah dalam hal pembagian bagi hasil yang ada dalam Pasal 14 Undang Undang No. 23 Tahun 2014, menyangkut masalah perikanan tangkap yang terdiri dari pemberdayaan nelayan kecil, dan pengelolaan penyelenggaraan tempat pelelangan ikan. Mengenai perikanan budidaya yang terdiri dari penerbitan Izin Usaha Perikanan (IUP), pemberdayaan usaha kecil pembudidayaan ikan dan pengelolaan ikan. Berikut pembagian urusan kewenangan dari tingkat pusat, provinsi dan kota/kabupaten dalam pengelolaan bidang perikanan dan kelautan sesuai Undang Undang No.23 Tahun 2014.

2.2. Parameter Pertumbuhan Ikan

Rounsefell & Everhart (1962), berpendapat secara umum, ada tiga metode yang dapat digunakan dalam penentuan umur ikan, yaitu perbandingan distribusi frekuensi panjang, penangkapan ikan yang sudah diberi tanda, dan interpretasi bagian-bagian tubuh ikan yang menunjukkan pertumbuhan tahunan. Metode perbandingan distribusi frekuensi panjang, untuk penentuan umur didasarkan pada kenyataan, bahwa panjang ikan yang mempunyai umur sama membentuk suatu sebaran normal. Kelompok ukuran atau yang dikenal sebagai kohort (*broods*) yaitu sekelompok individu ikan dari jenis yang sama yang berasal dari kelahiran (pemijahan) yang sama, dan diasumsikan menyebar menurut distribusi normal.

Pertumbuhan adalah suatu indikator yang baik untuk melihat kondisi kesehatan individu, populasi, dan lingkungan. Laju pertumbuhan yang cepat, menunjukkan kelimpahan makanan dan kondisi lingkungan tempat hidup yang sesuai. Pertumbuhan dapat didefinisikan sebagai perubahan ukuran (panjang, dan

bobot ikan) selama waktu tertentu. Pertumbuhan dari segi energi juga dapat diartikan, sebagai perubahan jaringan somatik dan reproduksi dilihat dari kalori yang tersimpan. Definisi pertumbuhan dari segi energi berguna untuk memahami faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan ikan, yaitu asupan energi dari makanan, keluaran energi untuk metabolisme, keluaran energi untuk pertumbuhan, dan keluaran energi melalui ekskresi (Moyle dan Cech, 2004).

Effendie (1997) menyatakan pertumbuhan dalam individu adalah penambahan jaringan akibat pembelahan sel secara mitosis. Pada mulanya, saat ukuran ikan kecil, ukuran ikan mulai meningkat secara lambat. Akan tetapi kemudian, laju pertumbuhan semakin cepat. Setelah waktu tertentu, laju pertumbuhan kembali meningkat dengan lambat, sampai akhirnya tetap pada suatu garis *asimtotik*. Sebagian besar ikan, memiliki kemampuan untuk meneruskan pertumbuhan selama hidup, bila kondisi lingkungannya sesuai dan ketersediaan makanan cukup baik, walaupun pada umur tua pertumbuhan ikan hanya sedikit. Ikan tidak memiliki limit tertentu untuk membatasi pertumbuhan (*undeterminate growth*).

Pertumbuhan ikan secara umum dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal yang mempengaruhi pertumbuhan ikan yaitu keturunan (genetik), jenis kelamin, parasit dan penyakit (Effendie, 1997), serta umur dan maturitas (Moyle dan Cech, 2004). Faktor eksternal yang mempengaruhi pertumbuhan ikan yaitu jumlah dan ukuran makanan yang tersedia, jumlah ikan yang menggunakan sumber makanan yang tersedia, temperatur, oksigen terlarut (Weatherley, 1972; Jennings *et al.*, 2001; Turkmen *et al.*, 2002), kadar amonia di perairan, dan salinitas (Moyle dan Cech, 2004). Pertumbuhan ikan bersifat sangat labil (Weatherley, 1972).

Faktor fisik seperti nilai b diduga berkaitan dengan kondisi lingkungan (waktu penangkapan), perbedaan umur, persediaan makanan, perkembangan gonad, penyakit dan tekanan parasit (Turkmen *et al.*, 2002). Soumakil (1996) menambahkan, adanya perbedaan nilai b pada ikan, kemungkinan karena perbedaan tingkat kematangan gonad, musim, dan kesuburan perairan.

Perbedaan nilai K , menurut Weatherley (1972) dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti makanan, temperatur, dan kondisi lingkungan. Tingginya nilai K terkait erat dengan kesuburan perairan dan kondisi lingkungan (Chakraborty and Haque, 2014; Cia *et al.*, 2018; Mustakim *et al.*, 2018). Selain faktor lingkungan diduga kelimpahan makanan yang cukup besar berdampak pada pertumbuhannya cepat (Sulistiono *et al.*, 2001); nilai faktor kondisi ikan dipengaruhi fluktuasi ketersediaan makanan (kualitas dan kuantitasnya) yang berfluktuasi di sungai dan rawa banjir (Riberio *et al.*, 2004). nilai b (*slope*) dipengaruhi oleh kondisi fisiologis dan lingkungan seperti temperatur, pH, salinitas, letak geografis dan teknik sampling (Jennings *et al.*, 2001; Turkmen *et al.*, 2002) dan juga kondisi

biologis seperti perkembangan gonad dan ketersediaan makanan termasuk fase pertumbuhan, musim, tingkat kekenyamanan perut, kematangan gonad, jenis kelamin, berbagai ukuran, dan penyakit (Le Cren, 1951; Tesch, 1971; Neff & Cargnelli, 2004; Ecoutin *et al.*, 2005; Froese, 2006),

Metode ini umumnya tepat digunakan untuk menentukan umur ikan yang berada pada kisaran 2-4 tahun, namun kurang akurat pada kelompok ikan yang lebih tua karena ada tumpang tindih distribusi panjang (Rounsefell & Everhart 1962). Hal ini disebabkan oleh pertumbuhan yang lambat pada ikan-ikan yang lebih tua dibandingkan dengan pertumbuhan ikan-ikan yang lebih muda (Effendie 1979). Kekurangan lain metode ini adalah: (1) ikan-ikan dalam suatu ukuran cenderung berkelompok, (2) penetasan telur mungkin terjadi pada waktu yang tidak beraturan, sehingga menghasilkan kelompok-kelompok ukuran yang tidak mengindikasikan kelas-kelas tahun, (3) bagian suatu kelas tahun yang mungkin berkembang di bawah kondisi yang sesuai, menghasilkan ukuran yang berbeda, namun memiliki umur yang sama dengan bagian suatu kelas tahun yang berkembang di bawah kondisi yang kurang sesuai, (4) satu atau lebih kelas tahun bisa jadi tidak diwakilkan dengan baik karena kekurangan contoh (Rounsefell & Everhart 1962).

Metode penentuan umur dengan mempelajari tanda tahunan pada bagian tubuh ikan, mudah diterapkan pada ikan-ikan yang hidup di daerah ughari. Bagian-bagian tubuh ikan yang dapat digunakan untuk menduga umur adalah sisik, operkulum, duri sirip, tulang punggung, dan otolith (Effendie 1979). Tanda tahunan pada ikan tropis sangat sulit diamati untuk pendugaan umur karena tanda tahunan pada musim hujan tidak berbeda jelas dengan tanda tahunan pada musim kemarau. Ikan tropis relatif mengalami pertumbuhan sepanjang tahun. Oleh karena itu, pendugaan umur untuk ikan tropis umumnya dilakukan dengan metode frekuensi panjang.

Data umur ikan dapat memberikan keterangan mengenai komposisi populasi, umur ikan saat pertama kali matang gonad, lama hidup, mortalitas, pertumbuhan, dan produksi (Effendie 1979). Pertumbuhan adalah suatu indikator yang baik untuk melihat kondisi kesehatan individu, populasi, dan lingkungan. Laju pertumbuhan yang cepat, menunjukkan kelimpahan makanan dan kondisi lingkungan tempat hidup yang sesuai. Pertumbuhan dapat didefinisikan sebagai perubahan ukuran (panjang, dan bobot ikan) selama waktu tertentu. Pertumbuhan dari segi energi juga dapat diartikan, sebagai perubahan jaringan somatik dan reproduksi dilihat dari kalori yang tersimpan. Definisi pertumbuhan dari segi energi berguna untuk memahami faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan ikan, yaitu asupan energi dari makanan, keluaran energi untuk metabolisme, keluaran energi untuk pertumbuhan, dan keluaran energi melalui ekskresi.

Tingkat kelangsungan hidup, adalah persentase organisme yang hidup pada akhir pemeliharaan dari jumlah seluruh organisme awal yang dipelihara dalam

suatu wadah (Effendie, 1997). Mortalitas adalah kematian yang terjadi pada suatu populasi organisme, yang dapat menyebabkan turunnya jumlah populasi. Mortalitas yang terjadi, dapat digunakan sebagai parameter bagi kelangsungan hidup suatu organisme, dalam hubungannya dengan ketahanan terhadap lingkungan, penyakit, dan parasit. Lebih lanjut dikatakan bahwa tingkat kelangsungan hidup dipengaruhi oleh faktor dalam dan faktor luar.

Faktor luar meliputi kondisi abiotik, kompetisi antar spesies, tingginya jumlah populasi dalam ruang gerak yang sama, dan kurangnya makanan yang tersedia akibat adanya penanganan yang kurang baik. Sedangkan faktor dalam dipengaruhi oleh umur dan daya penyesuaian diri, terhadap lingkungan. Kelangsungan hidup dan metabolisme ikan akibat perubahan salinitas bergantung pada dua hal, yaitu: (1) kemampuan cairan tubuh untuk berfungsi seminimal mungkin dengan waktu yang singkat, pada kisaran osmotik internal dan konsentrasi ion tidak normal yang tumbuh secara mendadak, serta (2) kemampuan cairan tubuh yang bekerja seminimal mungkin dan pengembalian tekanan osmotik kembali ke normal (Holliday, 1969). Kelangsungan hidup ikan air tawar di dalam lingkungan berkadar garam bergantung pada jaringan insang, luas permukaan insang, laju konsumsi oksigen, dan daya tahan (toleransi) jaringan terhadap garam-garam dan kontrol permeabilitas.

Mortalitas terdiri atas mortalitas, karena penangkapan dan mortalitas alami yang meliputi berbagai peristiwa seperti kematian karena penyakit, predasi dan umur. Laju mortalitas penangkapan (*fishing mortality rate*) merupakan fungsi dari upaya penangkapan (*fishing effort*), yang mencakup jumlah, jenis, efektivitas dari alat penangkapan dan waktu yang digunakan untuk melakukan penangkapan (Widodo dan Suadi, 2006). Mortalitas alami adalah mortalitas yang terjadi karena berbagai sebab, selain penangkapan seperti pemangsa, penyakit, stres pemijahan, kelaparan dan usia tua. Laju mortalitas total (Z) adalah penjumlahan laju mortalitas penangkapan (F) dan laju mortalitas alami (M) (King 1995).

Mamangkey dan Nasution (2014), menjelaskan terdapat hubungan yang erat antara mortalitas alami ikan dengan temperatur perairan, yaitu semakin hangat temperatur lingkungan perairan, maka semakin tinggi mortalitas alami. Jabbar (2017) menambahkan faktor penyebab terjadinya mortalitas alami pada ikan disebabkan karena adanya penyakit, kondisi lingkungan, *stress* dan predasi.

Nilai laju mortalitas alami berkaitan dengan nilai parameter pertumbuhan von Bertalanffy K dan L_{∞} . Ikan yang pertumbuhannya cepat (nilai K tinggi) mempunyai M tinggi dan sebaliknya. Nilai M berkaitan dengan nilai L_{∞} karena pemangsa ikan besar lebih sedikit dari ikan kecil. Mortalitas penangkapan, adalah mortalitas yang terjadi akibat adanya aktivitas penangkapan (Sparre dan Venema, 1999). Laju eksploitasi (E) merupakan bagian suatu kelompok umur yang akan ditangkap selama ikan tersebut hidup atau dapat diartikan sebagai jumlah ikan

yang ditangkap dibandingkan dengan jumlah total ikan yang mati, karena semua faktor baik faktor alam maupun faktor penangkapan.

Eksplorasi optimal dicapai jika laju mortalitas penangkapan (F) sama dengan laju mortalitas alami (M), yaitu 0,5 (Pauly, 1984^b). Berdasarkan nilai eksploitasi, maka kita bisa menentukan hasil per rekrut merupakan salah satu model yang bisa digunakan sebagai dasar strategi pengelolaan perikanan. Analisis ini diperlukan dalam pengelolaan sumber daya perikanan, karena memberikan gambaran mengenai pengaruh-pengaruh jangka pendek dan jangka panjang dari tindakan-tindakan yang berbeda (Sparre and Venema 1989).

2.3. Pemanfaatan Sumber Daya Ikan

Perikanan sebagai sumber daya yang dapat pulih atau *renewable resource* memerlukan manajemen pengelolaan yang tepat agar dapat memberikan rente yang optimal, bagi masyarakat namun kelestarian sumber daya itu tetap terjaga untuk generasi mendatang. Secara implisit pernyataan tersebut mengandung dua makna, yaitu makna ekonomi dan makna biologi. Hal ini berarti, pemanfaatan optimal sumber daya ikan harus mengakomodasi aspek ekonomi dan biologi, sehingga pendekatan bioekonomi dalam pengelolaan sumber daya perikanan, merupakan hal yang harus dipahami oleh setiap pelaku yang terlibat dalam pengelolaan sumber daya perikanan (Fauzi 2004).

Pengelolaan sumber daya ikan sebelumnya hanya didasarkan pada faktor biologi semata, dengan pendekatan yang disebut *Maximum Sustainable Yield* (tangkapan maksimum yang lestari). Inti pendekatan ini, adalah bahwa setiap spesies ikan memiliki kemampuan untuk memproduksi yang melebihi kapasitas produksi (surplus), sehingga apabila surplus ini dipanen (tidak lebih dan tidak kurang) maka stok ikan akan mampu bertahan secara berkesinambungan (*sustainable*). Para pakar biologi perikanan mencoba menurunkan *sustainable yield curve* yang didasarkan pada keseimbangan populasi ikan atau biomassa ikan. Populasi ikan diasumsikan akan tumbuh, karena terdapat kelahiran dalam populasi itu (*recruitment*), adanya pertumbuhan ikan dalam populasi tersebut (*growth*), kemudian populasi ikan tersebut dibatasi oleh kematian alami yang disebabkan oleh predator dan keterbatasan lingkungan perairan. Keterbatasan lingkungan itu terjadi karena :

- (1) Persediaan makanan dalam perairan. Persediaan makanan bukan hanya diperlukan oleh ikan dalam perairan, tetapi juga oleh organisme lain yang terdapat dalam perairan tersebut;
- (2) Ketersediaan oksigen. Oksigen diperlukan bukan hanya oleh ikan yang dalam perairan, tetapi berbagai organisme dalam kolom air juga memerlukan oksigen.

Kolom air memerlukan oksigen untuk menetralkan pencemaran yang ada dalam perairan, dalam ilmu ekologi disebut sebagai daya asimilasi;

(3) Keterbatasan ruang karena ada kendala fisik dan kimiawi, yang implisit terdapat dalam kolom air, sehingga ikut membatasi ruang hidup populasi ikan (Zulham, 2005).

Apabila ketiga keterbatasan itu dianggap konstan, dan x didefinisikan sebagai biomassa ikan, t adalah waktu dan $F(x)$ adalah fungsi yang menggambarkan pertumbuhan alami populasi ikan, sehingga dinamika pertumbuhan populasi tersebut dapat dituliskan sebagai berikut, perairan memiliki daya dukung lingkungan yang disebut Schaefer (1957) sebagai *carrying capacity* (K), yang menunjukkan kemampuan lingkungan untuk menopang kehidupan populasi ikan. Interaksi berbagai pertumbuhan dalam populasi itu oleh Schaefer (1957) disebut sebagai *intrinsic growth rate* (r). Jumlah populasi akan mencapai K , jika selama periode t pertumbuhan populasi x adalah nol, dengan demikian pertumbuhan populasi ikan menurut Schaefer (1957) dapat dituliskan, sebagai jumlah biomas ikan yang mencapai *carrying capacity*, bahwa pada rentang waktu tertentu tingkat pertumbuhan populasi relatif rendah, namun karena persediaan makanan yang melimpah, maka pertumbuhan populasi ikan $F(x)$ akan meningkat. Akibat kendala yang terdapat pada lingkungan, maka $F(x)$ akan mencapai maksimum dan kemudian menurun. Pertumbuhan $F(x)$ itu akan mencapai titik nol pada saat biomassa x sama dengan K , karena lingkungan tidak mampu lagi mendukung penambahan populasi ikan.

Potensi sumber daya ikan dianalisis dengan model bioekonomi. Model bioekonomi sumber daya ikan dapat diduga dengan model surplus produksi Schaefer-Fox dan model ekonomi Gordon (1954). Model disusun dari parameter biologi, biaya penangkapan, dan harga ikan. Metode surplus produksi menurut Spare and Venema (1999) merupakan metode untuk menentukan tingkat *effort* optimum, yaitu upaya penangkapan ikan yang menghasilkan jumlah tangkapan maksimum, tanpa mempengaruhi produktivitas populasi ikan dalam waktu panjang.

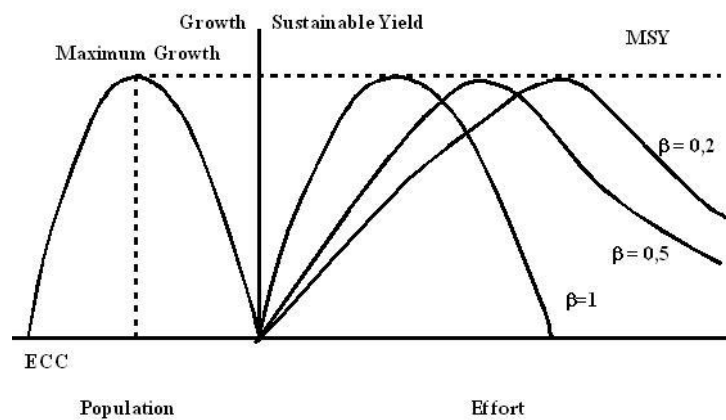
Hubungan antara hasil tangkapan dengan *effort* dilihat dengan model Schaefer-Fox. Model terpilih adalah yang paling sesuai (*best fit*) dari pendugaan stok ikan. Model surplus produksi menurut Spare dan Venema (1999) hanya berlaku apabila parameter *slope* (b) bernilai negatif, yang berarti penambahan *effort* akan menyebabkan penurunan hasil tangkapan per upaya tangkap. Apabila bernilai positif, maka tidak dapat dilakukan pendugaan besarnya stok maupun upaya optimum, tetapi hanya dapat disimpulkan bahwa penambahan upaya tangkap masih memungkinkan untuk meningkatkan hasil tangkapan (Kekenusa, 2009; Irnawati, 2011).

Model Gordon-Schaefer, boleh dikatakan sebagai salah satu model awal pengembangan model bioekonomi. Meskipun tidak lepas dari kritikan, namun

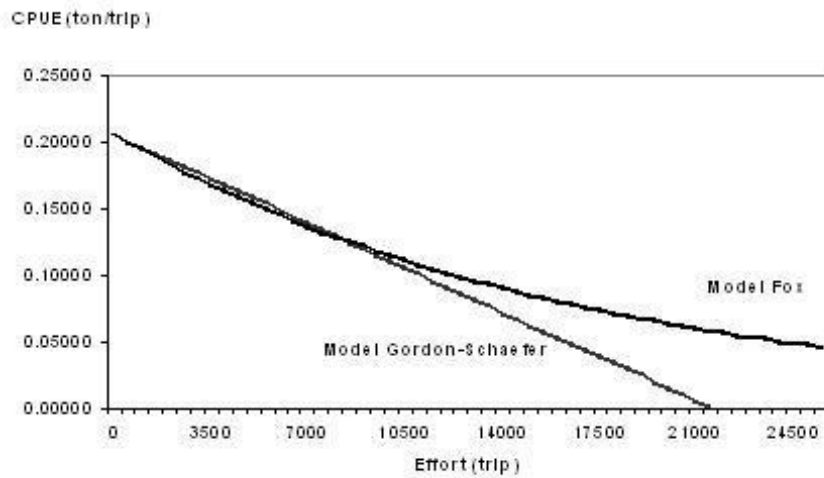
model ini banyak menjadi landasan, bagi pengembangan model bioekonomi lainnya. Model Gordon-Schaefer, dikembangkan oleh Schaefer yang menggunakan fungsi pertumbuhan logistik yang dikembangkan oleh Gordon.

Model fungsi pertumbuhan logistik tersebut, dikombinasikan dengan prinsip ekonomi, terutama konsep maksimisasi profit. Model Gordon-Schaefer pendekatan statik menggunakan tiga kondisi keseimbangan, yaitu: (1) *maximum sustainable yield* atau MSY, (2) *maximum economic yield* atau MEY dan (3) *open access equilibrium* (OAE). Selain model Gordon-Schaefer, juga terdapat model Fox yang banyak dipergunakan dalam analisis bioekonomi. Beberapa literatur memang model Schaefer dan model Fox direkomendasikan dalam pengkajian MSY, dimana selanjutnya dapat ditindak-lanjuti dengan analisis bioekonomi dengan memasukkan prinsip-prinsip ekonomi dalam pemodelan lanjutan.

Pada model Fox, diperhitungkan adanya *decreasing rate* upaya penangkapan. Hal itu berbeda pada model Gordon-Schaefer karena asumsi *decreasing rate* upaya diabaikan atau menggunakan asumsi *constant rate* upaya penangkapan. Tingkat *decreasing rate* penangkapan dapat dilihat pada besarnya betha. Apabila betha sama dengan 1, maka tidak terjadi *decreasing rate* upaya penangkapan seperti pada model Gordon-Schaefer. Sedangkan pada model Fox, betha tidak sama dengan 1.



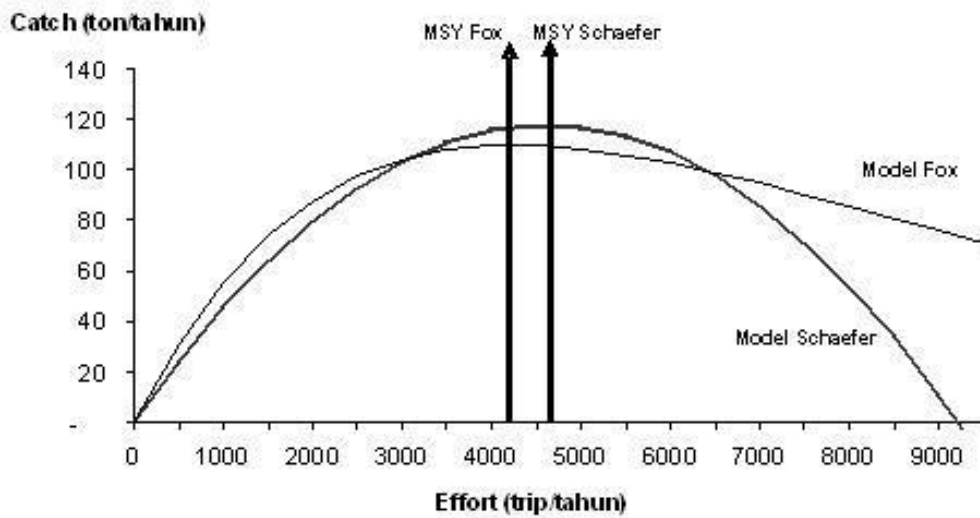
Gambar 2.1 Kurva Tingkat *Decreasing Rate* dan Besaran Nilai Betha.



Gambar 2.2 Perbandingan Kurva Korelasi CPUE-Effort Model Gordon-Schaefer dengan Model Fox.

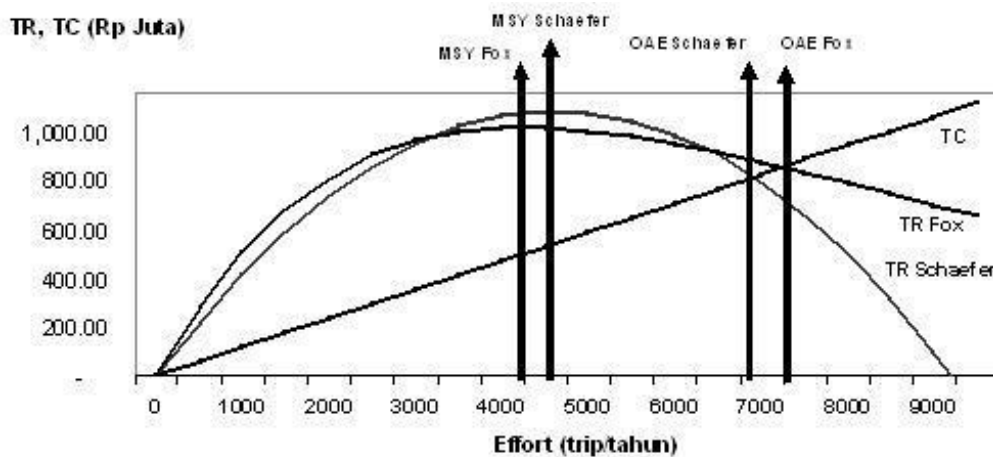
Model Fox pendekatan statik, juga dapat dilakukan dengan menggunakan tiga kondisi seperti pada model Gordon-Schaefer, yaitu MSY, MEY dan *open access*. Namun, melihat fungsi matematisnya, maka boleh dikatakan model Fox lebih rumit, karena hubungan antara CPUE dan E tidak bersifat linier seperti pada model Gordon-Schaefer. Kurva C dan E antara model Gordon-Schaefer dan Model Fox memiliki perbedaan. Kalau pada model Gordon-Schaefer, kurva C-E berbentuk parabolik simetris, namun pada model Fox tidak simetris.

Pada model Fox pendekatan statik, juga dapat dilakukan dengan menggunakan tiga kondisi seperti pada model Gordon-Schaefer, yaitu MSY, MEY dan *open access*. Namun, melihat fungsi matematisnya maka boleh dikatakan model Fox lebih rumit, karena hubungan antara CPUE dan E tidak bersifat linier seperti pada model Gordon-Schaefer. Kurva C dan E antara model Gordon-Schaefer dan Model Fox memiliki perbedaan. Kalau pada model Gordon-Schaefer, kurva C-E berbentuk parabolik simetris, namun pada model Fox tidak simetris.



Gambar 2.3 Perbandingan Kurva Korelasi Catch-Effort Model Schaefer dengan Model Fox.

Demikian pula kurva TR, TC, Keuntungan dan E antara model Gordon-Schaefer dan model Fox juga memiliki perbedaan. Pada banyak kasus, level MSY antara model Fox dan model Gordon-Schaefer relatif tidak jauh berbeda. Namun, level OAE antara model Fox dan Gordon-Schaefer dapat jauh berbeda dipengaruhi tingkat *decreasing rate* upaya penangkapan. Apabila *decreasing rate* upaya penangkapan mendekati nol (atau mendekati konstan), maka antara model Fox dan model Gordon-Schaefer akan hampir sama atau berhimpit kurvanya.



Gambar 2.4 Perbandingan Kurva Korelasi TR, TC-Effort Model Schaefer dengan Model Fox.

Pengkajian stok (*stock assesment*) dalam setiap studi ilmiah perikanan, adalah upaya untuk menentukan produktivitas suatu sumber daya perikanan, pengaruh penangkapan terhadap sumber daya, serta dampak terhadap sumber daya

dan perikanan serta perubahan-perubahan pola penangkapan, misalnya akibat implementasi pengelolaan dan kebijakan pengembangan (Sparre and Venema, 1992). Ada 3 aspek yang menyangkut pengkajian stok yaitu menentukan total biomassa dengan menggunakan model produksi surplus, menentukan rekrutmen, yaitu jumlah ikan yang telah mencapai umur selama satu musim rekrut dan menentukan persamaan pertumbuhan.

Model-model yang tepat dalam pengkajian stok akan menghasilkan dasar yang lebih tepat dalam pemilihan metode penangkapan dan analisis lanjutan hasil tangkapan, sehingga dibutuhkan perencanaan dalam pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya ikan yang berkelanjutan (*sustainable*). Hasil tangkap maksimum lestari, sebagai satu di antara tujuan pengelolaan merupakan asal mula konsep MSY dari pengelolaan sumber daya yang berdasar pada faktor biologi, yang menyatakan bahwa setiap spesies ikan memiliki kemampuan berproduksi yang melebihi kapasitas produksi (surplus), sehingga jika surplus ini dipanen (tidak lebih dan tidak kurang), maka stok ikan akan mampu bertahan secara berkesinambungan.

MSY sebagai pedoman suatu tingkatan usaha atau acuan besarnya stok pada tingkat upaya yang diperoleh, dari sumbernya yang sedang dieksploitasi, tetapi sering dianggap satu-satunya tujuan dari pengelolaan sumber daya perikanan. Apabila ikan yang ditangkap jumlahnya seimbang dengan penambahan secara alami, maka akan lestari pada tingkat tertentu. Faktor-faktor biologi, seperti rekrutmen dan pertumbuhan individu akan meningkatkan ukuran stok, sedangkan pemangsaan alam dan kematian akan mengurangnya. Faktor-faktor iklim, termasuk arus, kondisi-kondisi sekitar ekosistem dan besarnya fenomena lain umumnya terjadi, bukan hanya akan menentukan secara khusus, tetapi juga tingkat pertumbuhan dan tingkat reproduksi stok perikanan.

Model produksi surplus, umumnya dipakai dalam penilaian stok ikan karena kelompok model ini dapat diperkirakan hanya dengan menggunakan data penangkapan dan upaya yang umumnya tersedia, dan mengabaikan proses-proses biologi yang berbelit-belit dalam suatu stok ikan dengan mengasumsikan bahwa stok dapat diperlakukan sebagai biomassa agregat. Jika semua faktor lain tetap konstan, biomassa agregat dari suatu stok ikan akan menurun, ketika tekanan dilakukan terhadap sumber daya tersebut melalui kenaikan upaya penangkapan ikan. Model produksi surplus memerlukan data peubah tak bebas $CPUE_t$ dengan satuan ton/hari kapal, sedangkan peubah bebasnya adalah biomassa X_t dalam ton, upaya penangkapan E_t dalam hari kapal/tahun, tingkat penangkapan C_t dalam ton/tahun. Adapun parameter lainnya laju pertumbuhan alami r , daya dukung lingkungan K , kemampuan penangkapan q . Selama lebih dari 50 tahun model produksi surplus, merupakan model yang paling populer dalam literatur penelitian perikanan, karena bukan hanya relatif sederhana prosedur persamaannya, namun

juga hanya membutuhkan data hasil tangkapan dan upaya penangkapan *time series* yang umumnya tersedia di setiap tempat pendaratan ikan.

Widodo (1986) menyatakan pada kenyataannya sesuai dengan model Graham-Schaefer, tidak semua biomassa mengikuti pertumbuhan logistik, artinya penurunan hasil tangkapan per unit upaya penangkapan ($CPUE_t$) terhadap upaya penangkapan (E_t) mengikuti pola regresi linier, serta hubungan antara hasil tangkapan (*yield*) dan biomassa berbentuk parabola simetris dengan titik puncak (maksimum) pada tingkat biomassa sebesar $\frac{K}{2}$. Model Fox (1970) memiliki beberapa karakteristik yang berbeda dari model Graham-Schaefer yaitu bahwa pertumbuhan biomassa mengikuti model pertumbuhan Gompertz dan penurunan CPUE terhadap upaya penangkapan mengikuti pola eksponensial negatif, yang memang lebih masuk akal dibandingkan dengan pola regresi linier.

Model produksi surplus yang dibangun awalnya oleh Graham (1935) dan disempurnakan oleh Schaefer (1954), yang dikenal Metode Graham-Schaefer (1954) atau model-model produksi logistik mempunyai peranan penting dalam ilmu dinamika populasi perikanan. Model Graham-Schaefer, mempunyai kelemahan karena mengandung dua parameter, sehingga tidak dapat menduga tiga parameter biologi lain yang menyebabkan munculnya beberapa model-model produksi surplus lain, yang dapat menduga ketiga parameter tersebut (Fauzi, 1998). CPUE tidak ditentukan oleh upaya penangkapan saat ini (seperti model Graham-Schaefer), tetapi oleh upaya penangkapan beberapa waktu sebelumnya, dengan asumsi terdapat suatu hubungan antara kelimpahan dan upaya masa lalu, jika rekrutmen dan mortalitas alami tetap (Gulland, 1961).

Pella dan Tomlinson (1969) meninggalkan sifat-sifat khusus yang dimiliki model Graham-Schaefer, yaitu dengan memasukan sebuah peubah m ke dalam model Graham-Schaefer, artinya MSY dapat dihasilkan dari berbagai ukuran biomassa yang bervariasi dari 0 sampai K , sedemikian sehingga $X_{opt} = \frac{K}{2}$.

Model Walters dan Hilborn (1976) dikenal sebagai suatu model yang berbeda dari model Schaefer, yaitu model ini dapat memberikan dugaan masing-masing untuk parameter fungsi produksi surplus r , q dan K dari tiga koefisien regresi (Hilborn and Walters, 1992).

Schnute (1977) mengusulkan model dengan waktu dinamis, tetapi diskrit ("*discrete in time*"), serta stokastik yang bertentangan dengan model Graham-Schaefer yaitu dengan waktu statis, deterministik dan kontinu. Model produksi surplus yang disusun kembali oleh Schnute (1977) dengan waktu yang khusus. Dinamis dan stokastik, membuatnya lebih unggul dibandingkan model tradisional Graham-Schaefer.

Model Clark Yoshimoto Pooly (CYP) (1992) mengestimasi parameter-parameter biologi yaitu r (laju pertumbuhan alami), q (koefisien kemampuan penangkapan atau teknologi) dan K (daya dukung lingkungan).

Model yang *reliable* dan realistis yang dapat menggambarkan daya dukung lingkungan maksimum (*Maximum Carrying Capacity/MCC*) dan hasil tangkapan maksimum lestari (*Maximum Sustainable Yield/MSY*) dan peubah lain yang berhubungan hanya model Cushing, yang memperoleh *CPUE* dari model produksi surplus yang lestari (Tinungki, 2005).

2.4. Degradasi dan Depresiasi Sumber Daya Ikan

Degradasi diartikan sebagai penurunan kualitas/kuantitas sumber daya alam dapat diperbaharukan (*renewable resource*). Kemampuan alami sumber daya dapat diperbaharukan untuk bergenerasi, sesuai dengan kapasitas produksinya berkurang. Kondisi ini dapat disebabkan karena adanya pengaruh aktifitas manusia dan faktor alam sendiri. Degradasi sumber daya alam pesisir dan laut, kebanyakan terjadi karena perbuatan manusia (*anthropogenic*), baik akibat aktifitas produksi penangkapan ikan, maupun karena aktifitas nonproduksi, seperti pencemaran akibat limbah domestik maupun industri (Fauzi dan Anna 2005).

Depresiasi diartikan sebagai pengukuran degradasi yang ditentukan dengan nilai ekonomi atau dirupiahkan. Monetisasi dalam pengukuran depresiasi harus mengacu pada pengukuran nilai riil, bukan pada nilai nominal, karena itu untuk menghitungnya harus mengacu pada beberapa indikator perubahan harga, seperti inflasi, indeks harga konsumen (IHK), dan sebagainya, yang berlaku untuk setiap komoditi sumber daya alam pesisir dan laut (Fauzi dan Anna 2005).

Degradasi dan depresiasi sumber daya pesisir dan laut disebabkan oleh berbagai faktor, baik faktor alam dan manusia, faktor *endogenous* maupun *eksogenous*, dan kegiatan yang bersifat produktif dan nonproduktif. Degradasi diperparah pula, oleh adanya berbagai gejala kerusakan lingkungan. Pada sumber daya perikanan, degradasi dan depresiasi terjadi sebagai akibat dari tekanan lingkungan dan tangkap lebih (*overfishing*). Perubahan *present value of rent* dari sumber daya secara intertemporal dapat menggambarkan tingkat kerusakan lingkungan dan depresiasi sumber daya alam.

Sumber daya alam dikatakan terdepresiasi jika *present value of rent* pada saat ini lebih kecil dari *present value of rent* pada saat yang lalu (Fauzi dan Anna 2005). Mengetahui tingkat/laju degradasi sangat penting untuk menentukan langkah-langkah pengelolaan sumber daya perikanan lebih jauh. Terutama dalam mengambil suatu kebijakan pengelolaan, apakah perlu dilakukan pengurangan atau penambahan *effort*, aktivitas ekstraksi dan bahkan menghentikan ekstraksi terhadap sumber daya tersebut. Informasi mengenai laju degradasi sumber daya alam dapat

dijadikan titik referensi (*reference point*) maupun *early warning signal* untuk mengetahui apakah ekstraksi sumber daya alam sudah melampaui kemampuan daya dukungnya (Fauzi dan Anna 2005).

2.5. Rencana Pengelolaan Perikanan Kakap, Kerapu dan Ketamba

Pembangunan berkelanjutan adalah elemen strategis dalam Rencana Pembangunan Nasional saat ini (PerPres No. 2 Tahun 2015). Konsep pembangunan berkelanjutan membutuhkan pendekatan ekosistem untuk perikanan (*Ecosystem Approach to Fisheries - EAF*). EAF adalah sarana untuk menerapkan konsep pembangunan berkelanjutan pada perikanan yang diarahkan untuk menyeimbangkan kesejahteraan manusia dan kesehatan ekologis (FAO, 2003; Bianchi, 2008). Indonesia berkomitmen menerapkan dan mencapai tujuan Pembangunan Berkelanjutan yang telah disepakati (UNGA, 2015; PerPres No. 59 Tahun 2017). Tujuan ke 14 dari Pembangunan Berkelanjutan (*Sustainable Development Goal – SDG 14*) yaitu melestarikan dan menggunakan secara berkelanjutan samudera, laut dan sumber daya kelautan untuk pembangunan berkelanjutan. Adapun Sasaran dari Tujuan Pembangunan Berkelanjutan 14 antara lain adalah untuk mengatur secara efektif pemanfaatan sumberdaya ikan, mengakhiri penangkapan ikan yang berlebihan, ilegal, tidak dilaporkan dan tidak diatur (*Illegal, Unreported, and Unregulated fishing*) serta praktik penangkapan ikan yang merusak, dan untuk mengimplementasikan rencana pengelolaan berbasis ilmu pengetahuan pada tahun 2020, dalam rangka memulihkan cadangan ikan dalam waktu sesingkat mungkin, setidaknya ke tingkat yang dapat menghasilkan produksi lestari maksimum sesuai karakteristik biologisnya (UNGA, 2015).

Tantangan utama yang dihadapi oleh Indonesia adalah bagaimana mengembangkan industri kelautan, industri perikanan, perniagaan laut dan peningkatan pendayagunaan potensi laut dan dasar laut bagi kesejahteraan rakyat Indonesia, yang juga mempertahankan daya dukung dan keberlanjutan fungsi lingkungan laut (Buku 1 dari PerPres No. 2 tahun 2015). Namun, pembangunan perikanan di Indonesia dihadapkan pada masalah pemanfaatan SDI secara berlebih (*over-exploitation*) (KepMen KP No. 47/KEPMEN-KP/2016) dan praktek penangkapan ikan secara ilegal, yang mengancam kelestarian SDI dan kelangsungan usaha perikanan, serta menyebabkan menurunnya manfaat ekonomi yang dapat diperoleh. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa tujuan pengelolaan perikanan yang dinyatakan dalam UU Perikanan tahun 2004 dan SDG 14 tidak dapat dicapai secara efektif dalam pengelolaan perikanan. Akibatnya, mandat rakyat dalam Pasal 33 ayat 3 UUD 1945, yaitu agar “bumi dan air dan kekayaan alam yang terkandung di

dalamnya dikuasai oleh negara dan dipergunakan untuk sebesar-besar kemakmuran rakyat”, tidak dapat sepenuhnya dilaksanakan (Purwanto *et al.*, 2020).

2.5.1. Tujuan Operasional

Untuk mewujudkan kemandirian ekonomi, prioritas Rencana Pembangunan Nasional Indonesia (2015-2019) mencakup upaya untuk mencapai kedaulatan pangan, dan pengelolaan sumber daya maritim dan kelautan (Buku 1, PerPres No. 2 tahun 2015). Dengan demikian, salah satu tujuan Pembangunan Nasional adalah untuk meningkatkan produksi perikanan tangkap dengan mempertimbangkan ketersediaan stok ikan dan keberlanjutan sumber daya, dengan arah strategis untuk meningkatkan kemakmuran pelaku usaha dan nelayan serta masyarakat pesisir. Selain itu, Pembangunan Nasional tersebut juga diarahkan untuk peningkatan produktivitas usaha perikanan dalam rangka meningkatkan harkat dan taraf hidup nelayan dan masyarakat pesisir. Hal-hal tersebut diharapkan akan ikut mengakselerasi pertumbuhan ekonomi nasional, yang pada giliran berikutnya akan memberikan kesempatan kerja yang lebih baik dan tingkat pendapatan pekerja yang lebih besar serta membawa perbaikan pada kesejahteraan hidupnya (Buku 1, PerPres No. 2 tahun 2015; Purwanto *et al.*, 2020).

Stok spesies ikan karang di perairan laut Kabupaten Berau adalah bagian dari kekayaan alam yang dikuasai oleh negara dan dipergunakan untuk sebesar-besar kemakmuran rakyat (Pasal 33(3) UUD 1945). Namun, hasil kajian menunjukkan bahwa sebagian besar stok dari species ekonomis penting dalam kondisi dimanfaatkan penuh atau berlebih dan tekanan penangkapannya juga melebihi tingkat optimumnya. Sebagaimana direkomendasikan oleh FAO, Pendekatan Ekosistem mensyaratkan bahwa pengelolaan perikanan ditempatkan dalam konteks yang lebih luas dari pembangunan berkelanjutan (FAO, 2003). Sesuai dengan Pasal 6 UU No. 31 Tahun 2004, pengelolaan perikanan dilakukan untuk mencapai manfaat yang optimum dan berkelanjutan dan untuk memastikan kelestarian SDI. Mempertimbangkan peran strategis sumber daya alam dalam pembangunan nasional Indonesia, dengan prioritas yang meliputi upaya untuk mencapai kedaulatan pangan dan pengelolaan sumber daya maritim dan kelautan (Buku 1, PerPres No. 2 Tahun 2015; Purwanto *et al.*, 2020)

2.5.2. Isu Prioritas

Terdapat tiga isu terkait sumber daya ikan, yaitu ancaman terhadap kelestarian sumber daya ikan karena peningkatan proporsi juvenile pada hasil tangkapan, penurunan hasil tangkapan per kapal, dan penurunan kelimpahan stok ikan yang berakibat semakin jauhnya daerah penangkapan produktif. Isu terkait praktek penangkapan ikan mencakup penggunaan alat tangkap tidak ramah lingkungan, penangkapan ikan secara illegal dan pemindahmuatan hasil tangkapan antar kapal

ikan di laut. Isu terkait tatakelola perikanan mencakup keterbatasan ketersediaan data yang diperlukan dalam pengkajian perikanan dan perumusan kebijakan pengelolaan perikanan, koordinasi antar provinsi yang belum terjalin sesuai harapan, belum adanya ketentuan mengenai praktek penangkapan ikan yang bertanggungjawab dan ukuran layak tangkap ikan kakap dan kerapu, serta belum adanya rencana pengelolaan perikanan kakap dan kerapu (Purwanto *et al.*, 2020).

Tabel 2.1. Isu terkait praktek penangkapan ikan untuk pengelolaan perikanan kakap dan kerapu di perairan Kabupaten Berau

Isu prioritas	Tujuan operasional
1. Operasional alat tangkap tidak ramah lingkungan	1. Mengurangi penggunaan alat tangkap destruktif
2. Tingginya ilegal fishing dalam pemanfaatan stok kakap dan kerapu	2. Menekan ilegal fishing dengan perda dan pengawasan
3. Banyaknya pemindahmuatan antar kapal di tengah laut (transshipment) yang dikirim ke luar daerah	3. Mengurangi transshipment ikan kakap dan kerapu

Sementara itu, isu terkait dengan peningkatan kesejahteraan masyarakat perikanan mencakup meningkatnya biaya penangkapan, rendahnya posisi tawar nelayan yang berakibat hasil tangkapannya tidak memperoleh harga jual yang wajar, serta upaya mempertahankan mutu hasil tangkapan yang terkendala oleh tidak memadainya sarana/prasarana sistem rantai dingin. Upaya untuk meningkatkan perolehan nelayan dari hasil tangkapannya dengan mempertahankan hasil tangkapan tersebut dalam kondisi hidup juga terkendala oleh keterbatasan ketrampilan mereka dalam penanganan ikan hidup hasil tangkapan, baik yang ditangkap dari perairan dangkal maupun perairan yang dalam sehingga mengalami perubahan tekanan air yang mendadak. Peran istri nelayan dalam peningkatan perolehan dari diversifikasi usaha juga masih rendah.

Tabel 2.2. Isu sehubungan tata-kelola perikanan dan tujuan operasional pengelolaan perikanan kakap dan kerapu di perairan Kabupaten Berau

Isu prioritas	Tujuan operasional
1. Rendahnya kualitas dan kuantitas data produksi ikan target (kakap dan kerapu) dan non-target	1. Meningkatkan cakupan, kualitas dan kuantitas ketersediaan data produksi dan upaya penangkapan, serta data komposisi ukuran panjang ikan target dan non-target

2. Belum adanya koordinasi antar kabupaten berkaitan dengan nelayan andon dalam pemanfaatan kakap dan kerapu	2. Meningkatkan koordinasi antar kabupaten berkaitan dengan nelayan andon dalam pemanfaatan kakap dan kerapu
3. Tidak adanya perda yang mengatur praktek penangkapan bertanggungjawab dan ukuran layak tangkap kakap dan kerapu	3. Menerbitkan perda yang mengatur praktek penangkapan dan ukuran layak tangkap kakap dan kerapu
4. Tidak ada RPP Kakap dan Kerapu	4. Menerbitkan RPP Kakap dan Kerapu

Tabel 2.3. Isu Terkait usaha nelayan untuk mendukung pengelolaan perikanan kakap dan kerapu di perairan Kabupaten Berau

Isu prioritas	Tujuan operasional
1. Besarnya biaya operasional kapal untuk bahan bakar minyak dan es karena fishing ground semakin jauh	1. Efisiensi biaya operasional penangkapan ikan
2. Rendahnya harga jual ikan dan posisi tawar nelayan	2. Harga jual ikan di tingkat nelayan ditingkatkan
3. Kualitas ikan rendah karena sarana rantai dingin minim	3. Infrastruktur pabrik es ditambah
4. Skil nelayan rendah dalam handling hasil tangkapan	4. Meningkatkan keterampilan nelayan dalam penanganan ikan hidup
5. Peran gender dalam diversifikasi usaha perikanan rendah	5. Peningkatan peran isteri nelayan dalam diversifikasi usaha

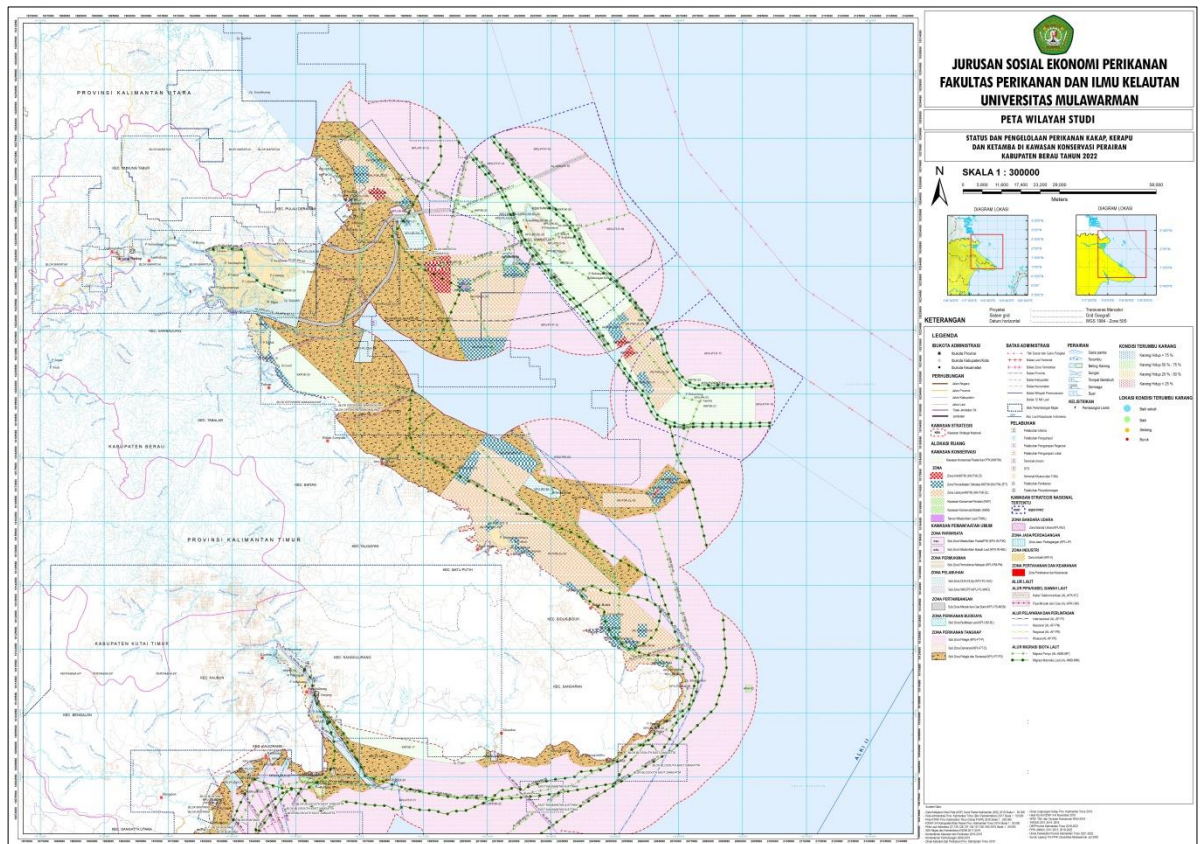
III. METODE PENELITIAN

3.1. Materi dan Peralatan Penelitian

Materi (bahan) yang digunakan adalah ikan sampel ikan Cunding (*Lutjanus gibbus*), Kerapu Lumpur Hitam (*Aethaloperca rogaa*) dan Lencam (*Lethrinus lentjan*). Parameter biologi yang dikumpulkan adalah data panjang (cm). Data ini diperoleh dari hasil tangkapan nelayan pada setiap trip penangkapan yang didaratkan di Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) di lokasi penelitian. Data panjang total (*total length*) yang diukur adalah ikan ikan Cunding (*Lutjanus gibbus*), Kerapu Lumpur Hitam (*Aethaloperca rogaa*) dan Lencam (*Lethrinus lentjan*), sampel yang dipilih secara *purposive* dari kapal yang mendaratkan hasil tangkapan di PPI tersebut. Jumlah ikan sampel yang diukur panjang lebih kurang 1 kg per 10 basket dari total tangkapan per trip (Saputra *et al*, 2009). Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah GPS merk Garmin 76CSxi, *measuring board*, daftar kuisisioner, camera digital, *voice recorder*, buku identifikasi, alat tulis dan penggaris, *coolbox* dan baki. Potier dan Sadhotomo (1991) dan Supranto (2007) menyatakan bahwa sampel dapat digunakan untuk menjelaskan suatu populasi yang sebenarnya. Pengukuran panjang total ikan menggunakan *measuring board* dengan ketelitian 0,1 cm.

3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Pelaksanaan survei lapang dan pengambilan sampel untuk analisis parameter pertumbuhan dilakukan selama 2 bulan di wilayah pesisir Kabupaten Berau tepatnya di Kecamatan Biduk-biduk, dari bulan Agustus sampai September 2022. Berikut peta lokasi wilayah studi di pesisir Kabupaten Berau pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Peta Wilayah Studi Rencana Pengelolaan di Kawasan Konservasi Perairan RZWP3K Kabupaten Berau

3.3. Jenis dan Sumber Data Penelitian

Jenis data yang digunakan pada penelitian ini adalah data kualitatif dan data kuantitatif. Data kuantitatif adalah data yang nilainya berbentuk numerik atau angka, bersifat ringkas, sederhana, sistematis, terbakukan dan mudah disajikan (Sitorus,1998). Jenis data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder. Data primer dalam penelitian ini selain data aspek biologi sampel ikan hasil tangkapan di lapangan, juga berupa data-data *cross section* yang diperoleh dengan cara menyebarkan kuesioner kepada responden terpilih. Data yang dikumpulkan adalah data aspek ekologi dan ekonomi dengan menggunakan instrumen terstruktur (kuesioner) dan pengamatan langsung di lokasi terpilih. Data sekunder yang digunakan meliputi data produksi ikan dalam deret waktu tertentu, data karakteristik wilayah dan data pendukung lainnya dari BPS Kabupaten Berau, Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Kalimantan Timur dan Bappeda Provinsi

Kalimantan Timur dan penelusuran bahan tertulis (*literature*), hasil penelitian, jurnal, dan lain sebagainya yang berhubungan dan menunjang kelengkapan data pada penelitian ini. Rincian data yang diperlukan dan metode pengambilan data dapat dilihat pada Tabel 3.1 :

Tabel 3.1. Rincian Data, Jenis Data dan Metode Pengambilan Data.

No.	Aspek	Rincian dan Jenis Data		
		Rincian Data	Jenis Data	Metode
1.	Biologi / Ikan sampel	Panjang ikan (cm)	Primer dan Sekunder	<i>Ex situ</i>
2.	Kapal	Dimensi utama ukuran kapal, kapasitas GT dan spesifikasinya, daya mesin, konstruksi dan bahan badan kapal	Primer dan Sekunder	Visual, Wawancara
3.	Alat Tangkap	Alat bantu, ukuran jaring, bahan jaring, konstruksi alat tangkap, trip dalam sebulan, jumlah <i>hauling</i> per trip, durasi <i>soaking period</i> , jenis dan jumlah alat tangkap, CPUE, laju tangkap	Primer dan Sekunder	Visual, Wawancara
4.	Daerah Penangkapan Ikan	Koordinat lokasi pengoperasian, jenis dan ukuran ikan, produksi alat tangkap	Primer dan Sekunder	Visual, Wawancara
5.	Geografi	Topografi	Sekunder	Review Pustaka
		Letak Lokasi Studi	Sekunder	Review Pustaka
		Aksesibilitas Lokasi	Sekunder	Review Pustaka
		Iklim/Musim	Primer/Sekunder	Wawancara/Review Pustaka
6.	Data Spasial	Peta Kabupaten Skala 1 : 250.000, citra alos dan peta-peta tematik skala 1 : 50.000	Sekunder	Instansional <i>Collecting</i> : Bappeda Kabupaten
		Peta RZWP3K Provinsi Kalimantan Timur Skala 1 : 50.000	Sekunder	Instansional <i>Collecting</i> : Bappeda Kabupaten
		Peta Rupabumi skala 1 : 50.000 Badan Informasi Geospasial [BIG]	Sekunder	Instansional <i>Collecting</i> : Bappeda Kabupaten
		Peta Bathymetri skala 1 : 50.000 Badan	Sekunder	Instansional <i>Collecting</i> :

No.	Aspek	Rincian dan Jenis Data		
		Rincian Data	Jenis Data	Metode
		Informasi Geospasial [BIG] Peta Lingkungan Pantai Indonesia skala 1 : 500.000 dari Badan Informasi Geospasial [BIG]	Sekunder	Bappeda Kabupaten Instansional <i>Collecting</i> : Bappeda Kabupaten
7.	Potensi sumber daya hayati	Produksi sumber daya ikan selama 5 tahun	Primer/Sekunder	Review Pustaka, Wawancara
8.	Infrastruktur	Pelabuhan, industri pengolahan ikan hasil tangkapan, pangkalan pendaratan ikan, pasar	Primer/Sekunder	Visual, Wawancara

3.4. Metode Analisis Data

Data yang diperoleh dalam penelitian ini dianalisis menggunakan lima metode, yakni : analisis pola pertumbuhan, analisis laju mortalitas, eksploitasi dan pola rekrutmen, analisis pemanfaatan optimal sumber daya perikanan dan analisis rencana pengelolaan perikanan.

3.4.1. Analisis Laju Mortalitas dan Pola Rekrutmen

3.4.1.1. Laju Mortalitas

Estimasi nilai Z (mortalitas total) dihitung menggunakan metode kurva tangkapan yang dikonversi ke panjang, dalam program FiSAT II. Formula penghitungan nilai Z adalah sebagai berikut:

$$\ln(N_i/\Delta t_i) = a - b \cdot t_i$$

Keterangan:

N_i = jumlah ikan pada panjang kelas i

Δt_i = Waktu yang dibutuhkan ikan untuk tumbuh pada panjang kelas i .

t_i = Umur pada nilai tengah panjang kelas i

Nilai mortalitas alami (M) didapat berdasarkan rumus empiris Pauly (1984) dengan memasukkan parameter K per tahun L_∞ (mm) dan T (rata-rata suhu permukaan air tahunan dalam derajat celcius). Rumus empiris Pauly adalah sebagai berikut ;

$$\text{Log } M = -0.0066 - 0.279 \text{ Log } L_\infty + 0.6453 \text{ Log } K + 0.4634 \text{ Log } T$$

Keterangan:

M = Koefisien mortalitas alami

L_∞ = Panjang infiniti (mm)

K = Koefisien pertumbuhan Von Bertalanffy

T = Suhu rata-rata perairan Laut Sulawesi (WPP 716) sekitar 28 °C (Ocean Color 2022).

Nilai F (mortalitas penangkapan dapat diestimasi dengan mengurangi mortalitas total (Z) terhadap mortalitas alami (M), dengan formula di bawah ini :

$$Z = F + M, \text{ menjadi : } F = Z - M$$

Keterangan :

Z = Koefisien mortalitas total

F = Koefisien mortalitas penangkapan

M = Koefisien mortalitas alami

Berdasarkan nilai dugaan laju mortalitas akibat penangkapan (F) dibagi dengan laju mortalitas total (Z), maka laju eksploitasi (E) dapat diduga dengan formula di bawah ini :

$$E = F/Z$$

Keterangan:

E = Laju eksploitasi atau bagian dari mortalitas yang disebabkan oleh penangkapan

F = Mortalitas penangkapan

Z = Mortalitas total

Jika nilai $E = 0.5$ menunjukkan bahwa nilai tersebut optimum (E_{opt}). Hal ini didasarkan pada asumsi bahwa hasil berimbang adalah optimum bila $F = M$ (Gulland, 1983; Pauly, 1983).

3.4.1.2. Pola Rekrutmen

Pattern recruitment (pola rekrutmen) didapatkan menggunakan program FISAT II pada sub program, akan menampilkan persentase rekrutmen selama 12 bulan. Hasil dari pendugaan berupa histogram dengan memasukkan nilai L_{∞} , K dan t_0 yang telah dihitung sebelumnya.

3.4.2. Analisis Pemanfaatan Optimal Sumber Daya Ikan

Pemilihan alat tangkap didasarkan pada pertimbangan bahwa alat tangkap tersebut dominan digunakan oleh nelayan Kabupaten Berau, dan sebagian besar hasil tangkapannya bersumber dari perairan Kabupaten Berau. Standarisasi pada alat tangkap, diperlukan untuk menyeragamkan satuan upaya penangkapan dari berbagai jenis alat tangkap, dengan menggunakan satu di antara alat tangkap yang dominan dalam menangkap ikan. Pemilihan alat tangkap standar dengan pertimbangan bahwa alat tangkap tersebut memiliki jumlah trip terbanyak dibandingkan dengan alat tangkap lain dan dioperasikan sepanjang tahun.

Pengkajian bioekonomi dalam penelitian ini dilakukan terhadap seluruh alat tangkap yang digunakan nelayan, kemudian melakukan standarisasi alat tangkap. Langkah ini diperlukan karena ada variasi atau keragaman dari kekuatan alat tangkap. Unit penangkapan yang dijadikan standar adalah jenis unit penangkapan yang paling dominan menangkap ikan Cunding (*Lutjanus gibbus*), Kerapu Lumpur Hitam (*Aethaloperca rogaa*) dan Lencam (*Lethrinus lentjan*), serta memiliki faktor daya tangkap (*fishing power indeks*) sama dengan satu. Perhitungan fishing power indeks (FPI) adalah sebagai berikut :

Perhitungan FPI (Spare dan Venema 1999), dengan rumus sebagai berikut:

$$CPUE_i = \frac{C_i}{f_i} ; \quad CPUE_s = \frac{C_s}{f_s} ;$$

$$FPI_i = \frac{CPUE_i}{CPUE_s}$$

$$FPI_s = \frac{CPUE_s}{CPUE_s}$$

$$Standard\ Effort_i = Fp_i \times f_i$$

$$Standard\ Effort_s = Fp_s \times f_s$$

Keterangan :

- C_s = Hasil tangkapan per tahun alat tangkap standar (ton)
- f_s = Upaya penangkapan per tahun alat tangkap standar (unit)
- C_i = Hasil tangkapan per tahun alat tangkap lain (ton)
- f_i = Upaya penangkapan per tahun alat tangkap lain (unit)
- $CPUE_s$ = hasil tangkapan per upaya penangkapan tahunan alat tangkap standar (ton/unit)
- $CPUE_i$ = hasil tangkapan per upaya penangkapan tahunan alat tangkap lain (ton/unit)
- FPI_s = Faktor daya tangkap jenis alat tangkap standar
- FPI_i = Faktor daya tangkap jenis alat tangkap lain

3.4.1.3. Analisis Fungsi Produksi

Model bioekonomi sumber daya ikan yang diduga, berdasarkan pada model biologi Schaefer (1957) - Fox (1970) dan model ekonomi Gordon (1954). Model bioekonomi disusun dari model parameter biologi, biaya penangkapan, dan harga ikan. Pemanfaatan sumber daya ikan oleh alat tangkap yang berbeda menyebabkan perlunya dilakukan standarisasi alat tangkap, sebelum dilakukan perhitungan pendugaan potensi sumber daya ikan. Standarisasi dilakukan berdasarkan produksi hasil tangkapan (*catch*) dan upaya penangkapan (*effort*) setiap jenis alat tangkap untuk mendapatkan produktivitasnya (*catch per unit effort*, CPUE) setiap tahun.

Model yang digunakan untuk menghitung fungsi produksi ikan adalah *model equilibrium Schaefer*:

$$Y = qKf - \frac{q^2 K}{r} f^2$$

Karena nilai q , K , dan r adalah merupakan suatu konstanta yang nilainya bisa diketahui, maka fungsi tersebut di atas dapat disederhanakan menjadi:

$$Y = af - bf^2 \quad \text{jika } f < -\frac{a}{b}$$

atau

$$Y = 0 \quad \text{jika } f = -\frac{a}{b}$$

Nilai maksimum dari persamaan tersebut akan dicapai pada saat upaya:

$$f_{\text{msy}} = -0,5 \frac{a}{b}$$

dan hasil tangkapan maksimumnya pada tingkat f_{msy} :

$$C_{\text{msy}} = -0,25 \frac{a^2}{b}$$

Untuk mempermudah perhitungan dalam memperoleh nilai konstanta a dan b , persamaan di atas diubah menjadi persamaan yang berbentuk *linear* dengan jalan membagi masing-masing ruas dengan f , sehingga:

$$\frac{Y}{f} = a - bf \quad \text{jika } f \leq -\frac{a}{b}$$

Y/f adalah hasil tangkapan per upaya penangkapan. Y adalah hasil tangkapan ikan (kg), yaitu keseluruhan hasil tangkapan suatu jenis ikan, sedangkan f adalah upaya penangkapan ikan standar, yaitu keseluruhan jumlah upaya penangkapan yang digunakan untuk menangkap suatu jenis ikan tertentu.

Jumlah trip penangkapan dari suatu armada penangkapan ikan biasanya merefleksikan upaya penangkapan yang dimaksud. Namun dalam pengkajian ini tidak digunakan data trip operasi penangkapan karena ketiadaan data lapangan. Data yang digunakan untuk mewakili upaya penangkapan didekati dengan jumlah armada penangkapan ikan. Data ini memang mengandung kelemahan, karena tidak bisa menggambarkan upaya penangkapan yang sesungguhnya, karena berapa banyak setiap kapal melakukan operasi penangkapan tidak diketahui. Tingkat pemanfaatan setiap jenis ikan pelagis kecil dominan dihitung dengan cara memprosentasekan jumlah hasil tangkapan tertentu terhadap nilai MSY. Formula dari tingkat pemanfaatan adalah:

$$Tpi = \frac{Ci}{MSY} \times 100\%$$

Keterangan :

- Tpi = tingkat pemanfaatan pada tahun ke- i (%)
- Ci = hasil tangkapan ke- i (ton)
- MSY = nilai potensi maksimum lestari ke- i (ton/unit)

Parameter ekonomi yang digunakan dalam analisis bioekonomi adalah rata-rata harga ikan per ton dan rata-rata biaya per trip penangkapan. Biaya per trip penangkapan, didapat dari hasil wawancara dengan nelayan terpilih, kemudian diambil rata-rata biaya per trip dari setiap unit penangkapan. Komponen biaya merupakan faktor penting dalam usaha perikanan tangkap, karena besarnya biaya akan mempengaruhi efisiensi dari usaha tersebut.

3.4.1.4. Analisis Laju Degradasi

Menurut Fauzi dan Anna (2005), degradasi dapat diartikan sebagai tingkat atau laju penurunan kualitas atau kuantitas sumber daya alam yang dapat diperbaharui (*renewable resources*) atau dengan kata lain, kemampuan alami sumber daya alam dapat diperbaharukan, untuk melakukan regenerasi sesuai kapasitas produksinya berkurang. Kondisi ini dapat terjadi baik karena kondisi alam maupun karena pengaruh aktivitas manusia. Degradasi sumber daya alam dapat dihitung berdasarkan Anna (2003) :

$$\emptyset_{DG} = \frac{1}{1 + e^{\frac{h\delta}{h\sigma}}}$$

Dimana : \emptyset_{DG} = laju degradasi h
 h^s = Produksi lestari pada periode t
 $h\sigma$ = Produksi aktual pada periode t

3.4.1.5. Analisis Laju Depresiasi

Analisis depresiasi sumber daya, ditujukan untuk mengukur perubahan nilai moneter dari pemanfaatan sumber daya alam, atau dengan kata lain depresiasi merupakan pengukuran degradasi yang dirupiahkan. Menurut Anna (2003) formula pengukuran depresiasi sumber daya dapat dinotasikan sebagai berikut :

$$\emptyset_{DP} = \frac{1}{1 + e^{\frac{\pi\delta}{\pi\sigma}}}$$

Dimana : \emptyset_{DP} = laju depresiasi
 π^s = Keuntungan lestari pada periode t
 $\pi\sigma$ = Keuntungan aktual pada periode t

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Gambaran Umum Wilayah Studi

Kabupaten Berau berada di bagian utara Provinsi Kalimantan Timur dan berbatasan langsung dengan Provinsi Kalimantan Utara. Kabupaten Berau terletak tidak jauh dari garis khatulistiwa dengan posisi antara 116° sampai dengan 119° Bujur Timur dan 1° Lintang Utara sampai dengan $2^{\circ}.33'$ Lintang Selatan. Kabupaten Berau memiliki luas wilayah $36.962,37 \text{ km}^2$. Kabupaten Berau merupakan salah satu pintu gerbang pembangunan di wilayah Provinsi Kalimantan Timur bagian utara dengan potensi sumberdaya alam yang tidak terbarui cukup besar, yakni batu bara. Selain itu, terdapat banyak potensi perikanan dan pariwisata yang cukup menjanjikan sebagai salah satu daya tarik bagi wisatawan, baik asing maupun domestik.

Secara geografis Kabupaten Berau mempunyai batas-batas wilayah sebagai berikut:

1. Sebelah Utara berbatasan dengan Kabupaten Bulungan
2. Sebelah Selatan berbatasan dengan Kabupaten Kutai Timur
3. Sebelah Barat berbatasan dengan Kabupaten Kutai Timur, Kabupaten Bulungan Kalimantan Utara
4. Sebelah Timur berbatasan dengan Laut Sulawesi

Delapan Kecamatan di Kabupaten Berau yang memiliki wilayah pesisir, yaitu Kecamatan Sambaliung, Tabalar, Biatan, Talisayan, Batu Putih, Biduk-Biduk, Pulau Derawan, dan Maratua yang secara geografis berbatasan langsung dengan lautan lepas. Khusus Kecamatan Pulau Derawan dan Maratua sudah dikenal secara internasional sebagai daerah tujuan wisata. Kabupaten Berau merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Kalimantan Timur yang memiliki keanekaragaman hayati dan potensi sumber daya alam cukup tinggi. Kabupaten Berau merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Kalimantan Timur yang memiliki keanekaragaman hayati dan potensi sumber daya alam cukup tinggi.

Topografi Kabupaten Berau bervariasi menurut bentuk relief, kemiringan dan ketinggian bentuk lahan. Sebagian besar lahan di Kabupaten Berau berupa gugusan perbukitan, dan sebagian besar tidak berpenghuni, sehingga Kecamatan memiliki rata-rata wilayah yang luas dan kepadatan penduduk yang rendah. Luas daratan tidak terlepas dari kawasan perbukitan di hampir semua wilayah, terutama kawasan Kelay yang membentang hampir 100 kilometer dari perbukitan kapur. Selain itu, di Kecamatan Talisayan, beberapa puncak tertingginya disebut Bukit Padai. Perkembangan penduduk, mulai dari proses kelahiran, kematian, dan pindah (migrasi), merupakan salah satu dari karakteristik demografi. Pada tahun 2018, jumlah penduduk Kabupaten Berau mencapai 226.509 jiwa atau terjadi

pertumbuhan sebesar 2,68 persen jika dibandingkan dengan tahun sebelumnya sebesar 220.601 jiwa. Kecamatan Tanjung Redeb merupakan kecamatan dengan jumlah penduduk tertinggi hingga mencapai 67.621 jiwa (29,85%), di mana hal ini dapat dimaklumi mengingat Kecamatan Tanjung Redeb merupakan ibukota dari Kabupaten Berau dengan pusat- pusat pemerintahan dan perekonomian yang tentunya berada di kecamatan ini (RPJMDKab. Berau, 2016).

Tabel 4.1. Luas Wilayah di Kabupaten Berau

No	Kecamatan	Ibukota Kecamatan	Luas (km ²)
1	Kelay	Sido Bangen	6.556,54
2	Talisayan	Talisayan	1.621,57
3	Tabalar	Tubaan	1.837,34
4	Biduk-biduk	Biduk-biduk	2.429,97
5	Pulau Derawan	Tanjung Batu	4.423,99
6	Maratua	Maratua Teluk Harapan	5.616,26
7	Sambaliung	Sambaliung	2.163,37
8	Tanjung Redeb	Tanjung Redeb	24,41
9	Gunung Tabur	Gunung Tabur	1.963,32
10	Segah	Tepian Buah	5.241,29
11	Teluk Bayur	Teluk Bayur	316,98
12	Batu Putih	Batu Putih	3.575,30
13	Biatan	Biatan Lempake	1.192,03
Kabupaten Berau			36.962,37

Sumber : BPS Kabupaten Berau Dalam Angka, 2022.

Berdasarkan luas wilayah, Kecamatan Kelay memiliki wilayah yang paling tinggi diantara 12 Kecamatan lainnya. Luas wilayah yang dimiliki oleh Kecamatan Kelay adalah sebesar 6.556,54 km², sementara ibukota Kabupaten Berau yaitu Tanjung Redeb hanyamemiliki luas wilayah sebesar 24,41 km². Sebagai pulau terluar di Provinsi Kalimantan Timur Kecamatan Maratua memiliki luas wilayah sebesar 5.616,26 km². Luas wilayah Kecamatan seperti Batu Putih sebesar 3.575,30 km², Pulau Derawan 4.423,99 km², Biduk-biduk 2.429,97 km², Tabalar 1.837,34 km² dan Talisayan 1.621,57 km².

Berdasarkan hasil proyeksi penduduk di masing-masing kecamatan yang ada di Kabupaten Berau pada tahun 2018 berjumlah 226.509 jiwa. Kecamatan Tanjung Redebmemiliki jumlah penduduk tertinggi yaitu sebanyak 67.621 jiwa, setelah itu penduduk yang paling banyak kedua adalah Kecamatan Sambaliung yang mencapai angka 35.351jiwa, sedangkan jumlah penduduk yang terendah berada di Kecamatan Maratua sebanyak 3.927 jiwa. Jumlah penduduk di Kabupaten Berau terlihat bahwa pola perkembangan penduduk tidak merata. Jumlah penduduk di Kabupaten Berau

berdasarkan jenis kelamin yang terdiri dari 121.720 laki-laki dan 104.789 perempuan dengan rasio jenis kelamin (*sex ratio*) sebesar 116,16. Sementara jumlah penduduk Kabupaten Berau berdasarkan statistik tahun 2021 dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.2. Jumlah Penduduk di Kabupaten Berau

No	Kecamatan	Jumlah Penduduk
1	Kelay	8.960
2	Talisayan	14.610
3	Tabalar	6.680
4	Biduk-biduk	6.610
5	Pulau Derawan	11.340
6	Maratua	3.660
7	Sambaliung	36.780
8	Tanjung Redeb	71.230
9	Gunung Tabur	25.010
10	Segah	14.370
11	Teluk Bayur	31.140
12	Batu Putih	8.840
13	Biatan	8.640
Jumlah		248.040

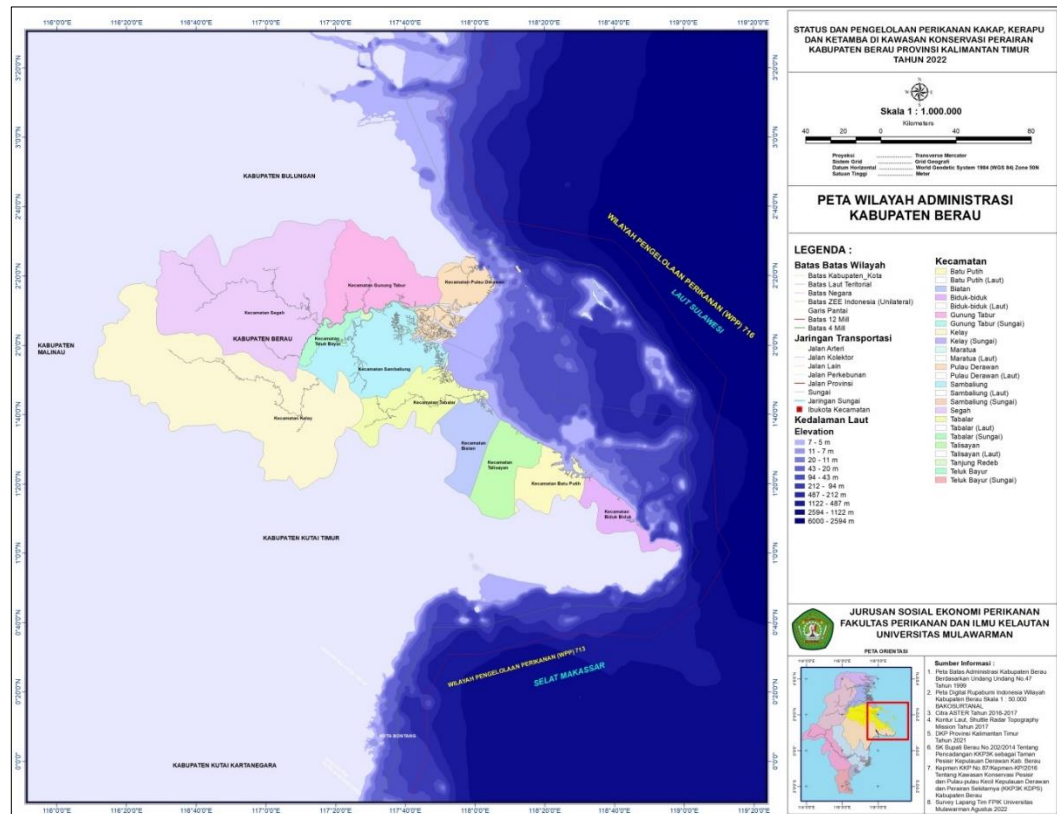
Sumber : BPS Kabupaten Berau Dalam Angka, 2022.

Kepadatan penduduk di Kabupaten Berau tahun 2021 mencapai 6,71 jiwa/km² dengan tingkat kepadatan penduduk antar kecamatan memiliki ketimpangan sangat tinggi dikarenakan distribusi penduduk yang tidak merata dimana pada daerah pedalaman atau terpencil. Oleh karena itu, luas wilayah yang jauh lebih besar dengan wilayah yang lebih maju memiliki jumlah penduduk yang sedikit dibandingkan wilayah yang lebih maju..

Ibukota Kabupaten Berau yaitu Kecamatan Tanjung Redeb memiliki kepadatan penduduk paling tinggi, mencapai 2.846 jiwa/km² yang berarti dalam wilayah seluas 1 km² dihuni kurang lebih 2.846 jiwa. Kecamatan Maratua merupakan wilayah dengan kepadatan penduduk paling rendah yaitu hanya sebesar 0,95 jiwa/ km².

Kabupaten Berau merupakan salah satu kabupaten dari 10 kabupaten/kota yang termasuk dalam wilayah administrasi pemerintahan Provinsi Kalimantan Timur. Luas wilayahnya adalah sekitar 34.260,70 km² dengan luas wilayah laut sekitar 12.229,88 km² atau 35,7% dari total luas wilayah Kabupaten Berau. Secara administratif Kabupaten Berau berbatasan dengan Kabupaten Bulungan Provinsi Kalimantan Utara di sebelah barat dan utara, sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Kutai Timur dan sebelah timur berbatasan dengan Selat Makassar.

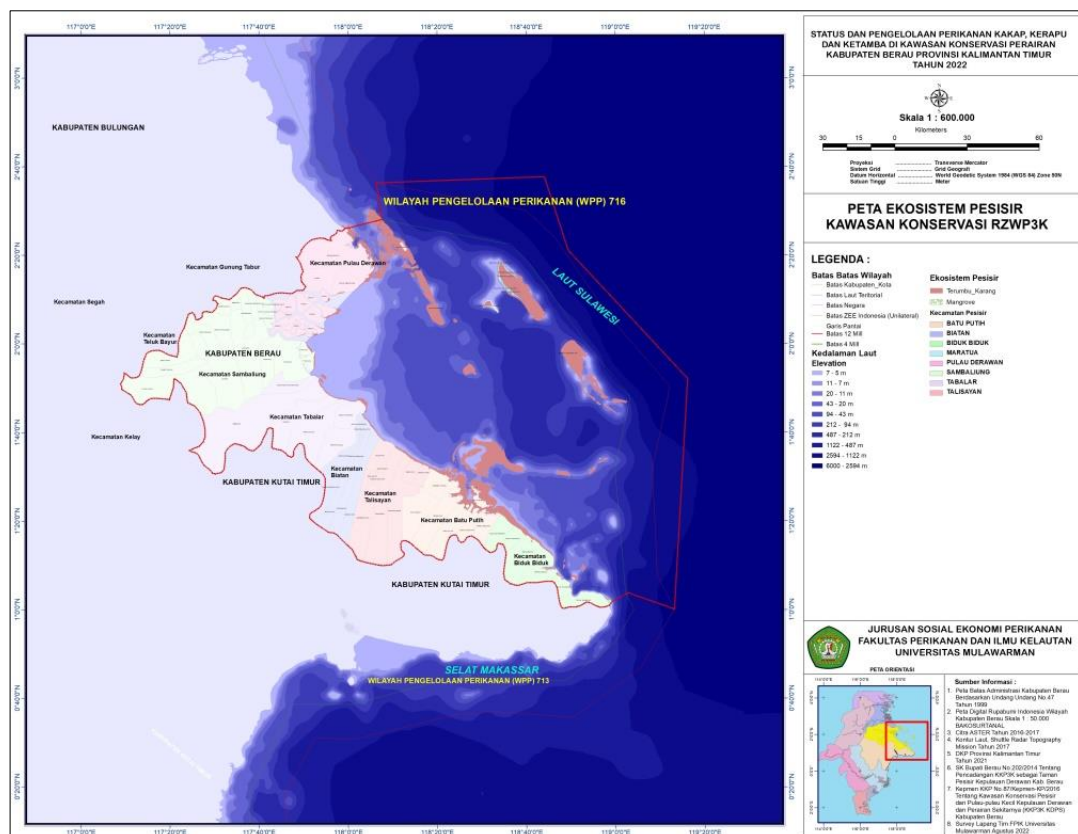
Adapun kecamatan yang termasuk dalam wilayah administrasi pemerintahan Kabupaten Berau sebanyak 13 kecamatan, yaitu Kecamatan Tanjung Redeb, Kecamatan Gunung Tabur, Kecamatan Teluk Bayur, Kecamatan Segah, Kecamatan Kelay, Kecamatan Sambaliung, Kecamatan Derawan, Kecamatan Maratua, Kecamatan Tabalar, Kecamatan Biatan, Kecamatan Talisayan, Kecamatan Batu Putih, dan Kecamatan Biduk-Biduk.



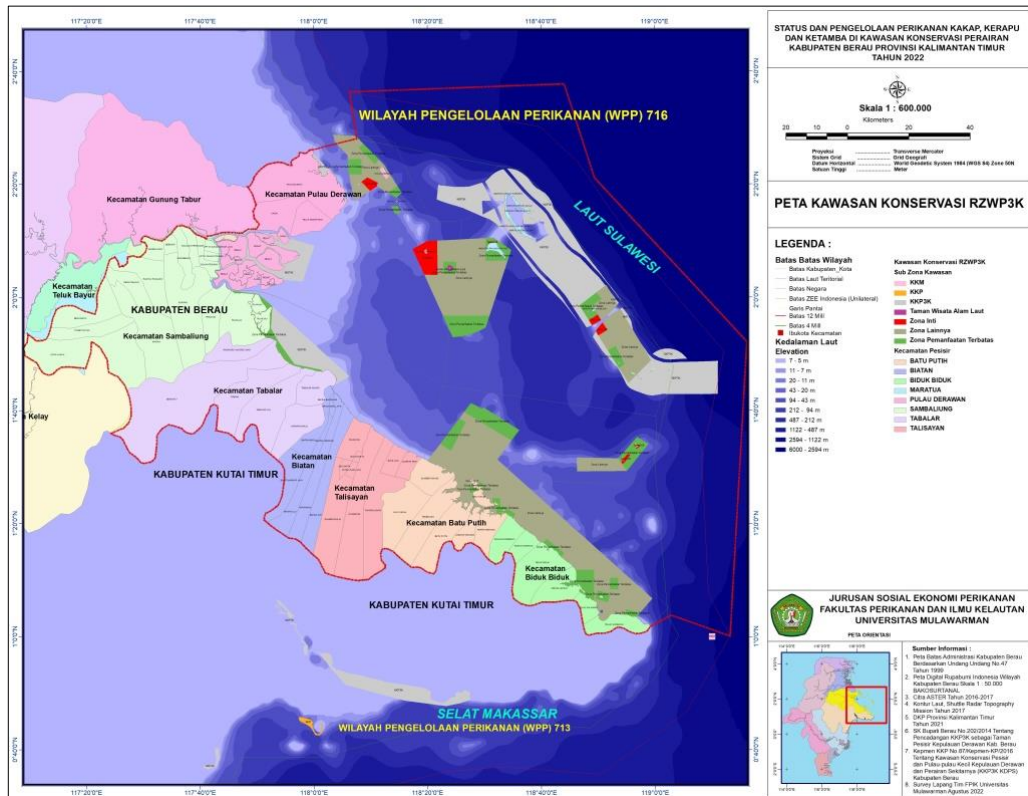
Gambar 4.1. Peta Wilayah Administrasi Kabupaten Berau

Wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil di Kabupaten Berau terdiri dari daratan utama dan pulau-pulau kecil. Daratan utama merupakan bagian dari daratan Pulau Kalimantan dengan panjang garis pantai mencapai 725 km. Luas daratan pesisir sekitar 787.773 Hektar dan luas perairan 1.222.988 Hektar. Pulau-pulau kecil di Kabupaten Berau sebanyak 52 yang tersebar di bagian utara dan selatan. Selain itu juga terdapat beberapa gosong dan atol. Pulau-pulau tersebut tersebar pada 4 kecamatan pesisir, yaitu di Kecamatan Pulau Derawan dan Maratua di bagian utara, dan di Kecamatan Batu Putih dan Biduk-biduk di bagian selatan. Dari 52 pulau tersebut yang berpenghuni hanya 4 pulau, yaitu Pulau Derawan, Maratua, Kaniungan Besar dan Balikukup. Pulau Sambit dan Maratua merupakan pulau-pulau terluar dari Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI).

Secara administratif wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil Kabupaten Berau terletak di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (WPPNRI) 716, yang terdiri dari 8 kecamatan yaitu Kecamatan Pulau Derawan, Kecamatan Sambaliung, Kecamatan Tabalar, Kecamatan Biatan, Kecamatan Talisayan, Kecamatan Batu Putih, Kecamatan Biduk-biduk dan Kecamatan Maratua. Wilayah pesisir Kabupaten Berau memiliki ekosistem laut dan pesisir dengan keanekaragaman hayati yang tinggi dan memiliki kondisi yang relatif baik.



Gambar 4.2. Peta Ekosistem Wilayah Pesisir Kabupaten Berau



Gambar 4.3. Peta Rencana Zonasi Wilayah Pesisir Kabupaten Berau

4.2. Deskripsi Potensi Perikanan Wilayah Studi

4.2.1. Produksi dan Jenis Sumberdaya Ikan

Pemanfaatan sumberdaya perikanan selalu berkaitan dengan produksi, hasil tangkapan dalam kegiatan perikanan tangkap. Namun, pemanfaatan sumberdaya ikan dapat dimanfaatkan secara optimal dan berkelanjutan. Salah satu komoditas unggulan di Kabupaten Berau adalah sektor perikanan. Sebagian besar masyarakat yang tinggal di wilayah pesisir menjadikan usaha perikanan tangkap sebagai mata pencaharian utama. Salah satu sumberdaya perikanan di Kabupaten Berau berasal dari penangkapan ikan diperairan laut dan perairan umum. Pada tahun 2012 sampai dengan 2017, produksi perikanan tangkap di Kabupaten Berau meningkat sebesar 7,70 persen dengan rata-rata peningkatan setiap tahun sebesar 1,50 persen. Pada tahun 2012, produksi perikanan tangkap sebanyak 16.913,50 ton yang terdiri dari 15.695,90 ton hasil perikanan laut dan 1.217,60 ton hasil perairan umum. Produksi perikanan tangkap terus meningkat pada tahun-tahun selanjutnya, hingga mencapai 18.216,50 ton pada tahun 2017 yaitu 16.954,20 ton hasil perikanan laut dan 1.262,30 ton hasil perairan umum (BPS Kab. Berau, 2018). Sementara itu pada tahun 2018 produksi perikanan tangkap Kabupaten Berau sebesar 22.058,26 ton

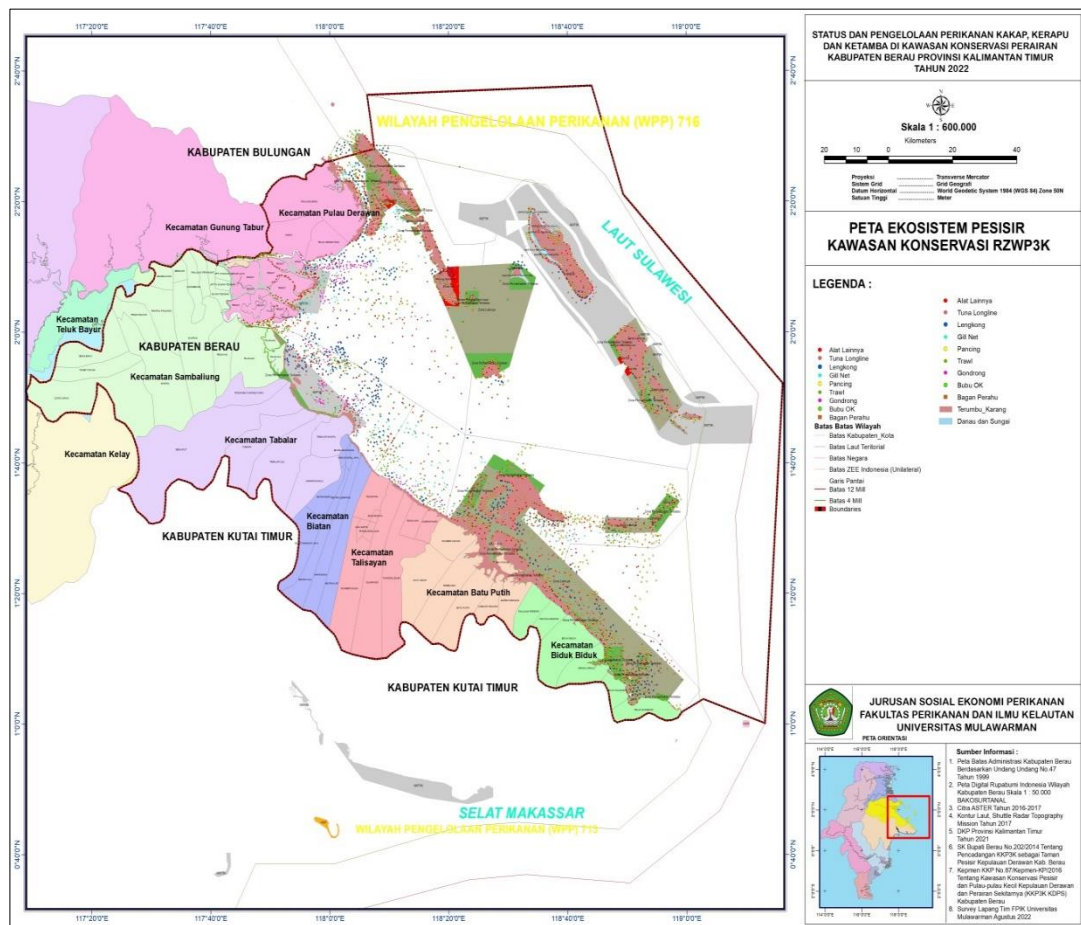
yang terdiri dari 20.529,49 ton (93,07%) di air laut dan 1.528,77 ton (6,93%) di perairan umum (BPS Kab. Berau, 2019).

4.2.2. Sebaran Alat Tangkap

Hasil monitoring pemanfaatan sumberdaya (*resources use monitoring*) yang dilakukan di daerah studi menemukan alat tangkap yang dikenal dengan sebutan khusus seperti jaring udang yang disebut *renge gondrong* dan pancing ladung (*rinta*). Renge gondrong adalah jaring yang termasuk dalam kategori *trammel net* dan biasa digunakan untuk menangkap udang. Sementara pancing ladung (*rinta*) adalah salah satu cara memancing ikan dengan menggunakan pancing yang diberi bulu ayam-ayam di sekitar pangkal pancing, sehingga ujung kail yang melengkung sedikit tersembunyi. Cara memancing seperti ini adalah dengan menggerakkan pancing yang sudah diberi bulu ayam-ayam secara naik turun.

Pemasangan alat tangkap bagan tancap di perairan Tanjung Batu, Kecamatan Pulau Derawan tergolong padat, sehingga dapat mengganggu alur pelayaran dan mengurangi estetika di wilayah pesisir. Pendataan jumlah bagan tancap yang dilakukan dihasilkan sekitar 344 unit yang beroperasi di perairan tersebut. Rencana pembukaan alur pelayaran dengan menjadikan Tanjung Batu sebagai pelabuhan umum mengakibatkan perlunya pengurangan bagan tancap. Ke depan, jumlah bagan tancap perlu dikendalikan dengan membatasi ijin pendirian bagan tancap baru dan tidak adanya perpanjangan ijin bagi bagan tancap yang telah rusak. Penggunaan *mini trawl* di laut yang berdekatan dengan Pulau Panjang telah memicu timbulnya konflik pemanfaatan ruang.

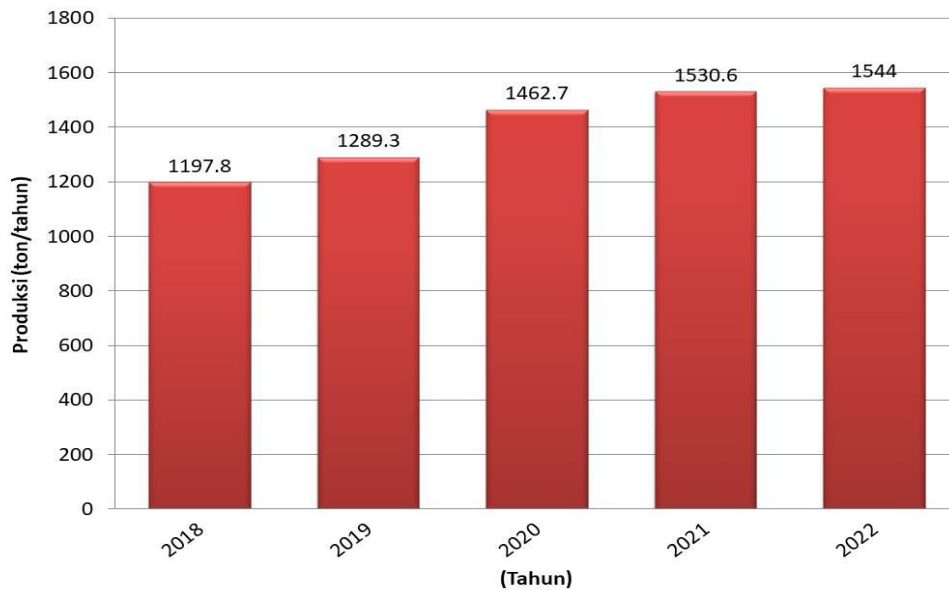
Nelayan pukat tarik dan gondrong melakukan penangkapan ikan di wilayah tangkap nelayan tradisional yang menggunakan pancing, sehingga pendapatan nelayan pancing berkurang. Penggunaan pukat tarik banyak mengundang protes dari nelayan-nelayan lain, karena dapat menangkap biota yang bukan menjadi target penangkapan (*by-catch*). Hasil tangkapan non target ini pada akhirnya banyak dibuang dan menimbulkan masalah lingkungan yang baru. Pola sebaran alat tangkap dan ekosistem pesisir di perairan Kabupaten Berau disajikan pada Gambar 4.4 di bawah ini.



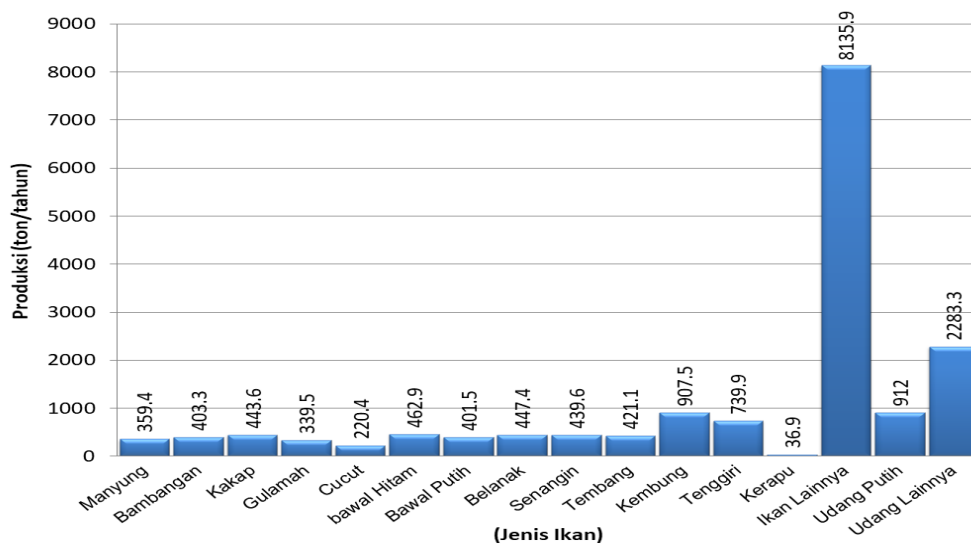
Gambar 4.4. Sebaran Alat Tangkap dan ekosistem pesisir di Wilayah Pesisir Kabupaten Berau

4.2.3. Jumlah Tangkapan Nelayan

Jumlah produksi perikanan tangkap laut pada tahun 2022, yang dihasilkan dari sebanyak 631 RTP yang ada di Kecamatan Biduk-biduk yang terbagi dalam kelompok-kelompok berdasarkan jenis alat tangkapnya, meliputi kelompok nelayan pukat kantong, pukat cincin, jaring insang, jaring angkat, pancing, alat pengumpul, alat perangkap dan kelompok lainnya. Produksi perikanan tangkap di perairan laut Kecamatan Biduk-biduk mencapai 1.544 ton. Jumlah produksi perikanan tangkap di Kecamatan Biduk-biduk dan Kabupaten Berau dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.5. Tren Jumlah Produksi Perikanan Laut Kecamatan Biduk-biduk Kurun 2018-2022



Gambar 4.6. Jumlah Produksi Perikanan Laut Kabupaten Berau Tahun 2022

4.2.4. Sampel Hasil Tangkapan Nelayan

Hasil survey yang telah didapatkan dari hasil tangkapan nelayan di daerah ini yang dominan terdapat 126 jenis ikan ekonomis penting, tingginya nilai ekonomis ikan dalam perekonomian akan mendorong meningkatnya penangkapan terhadap ikan dan biota di alam, sehingga memicu terjadinya *overfishing*. Perlu adanya upaya, kajian dan metode untuk mempertahankan stok ikan dan biota laut

di alam. Pengkajian aspek biologi diperlukan sebagai informasi dasar dalam pengelolaan perikanan yang berkelanjutan. Pendugaan aspek biologi di Kecamatan Biduk-biduk sangat minim dilakukan karena kurangnya informasi atau tersedianya data mengenai hasil tangkapan nelayan yang eksisting, sehingga pemerintah kesulitan dalam menentukan formulasi regulasi kebijakan yang ideal. Penelitian dilakukan di sekitar perairan Biduk-biduk dengan mengambil 26 jenis ikan sebagai sampel, yang diperoleh dari hasil tangkapan nelayan. Berikut ikan sampel yang diteliti, *raw data* dan informasi lainnya yang berhubungan dengan hasil tangkapan nelayan yang dikumpulkan dari stakeholder lokal, dari *raw data* tersebut diolah dan dianalisis yang selanjutnya dilakukan analisis pertumbuhan, laju mortalitas dan pola rekrutmen tiap jenis ikan dalam satu tahun.



1. Cunding (*Lutjanus gibbus*)



2. Kerapu Lumpur Hitam (*Aethaloperca rogae*)

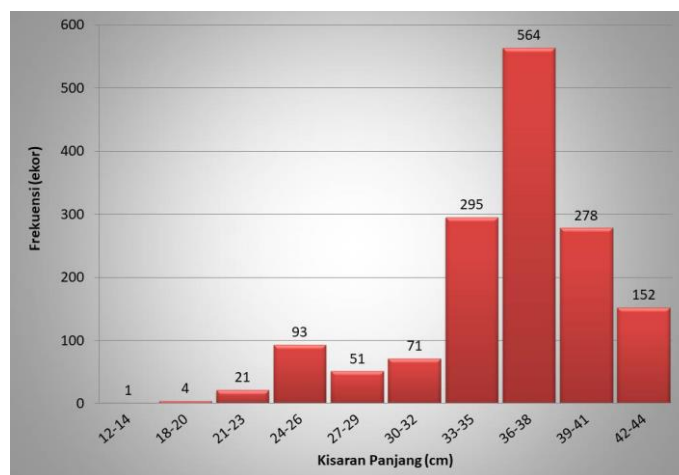


3. Lencam (*Lethrinus lentjan*)

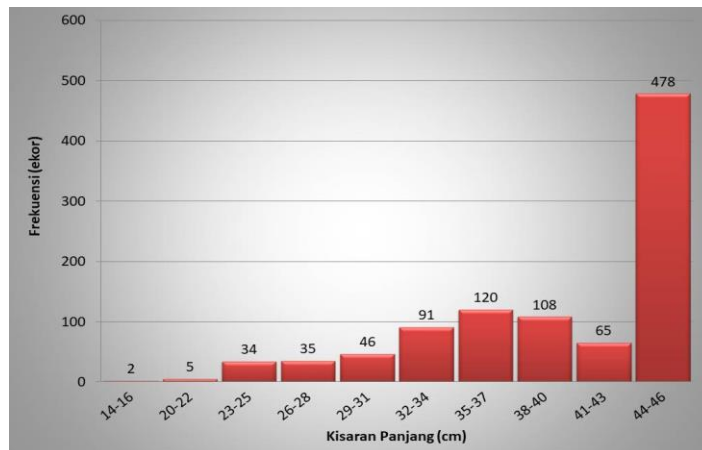
Gambar 4.7. Jenis Ikan Ekonomis Sampel Analisis Hasil Tangkapan

4.2.4.1. Kelompok Ukuran Ikan Hasil Tangkapan Nelayan

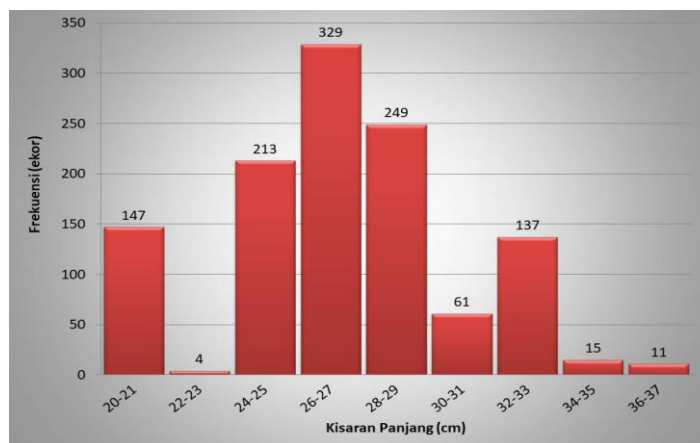
Kelompok ukuran (*kohort*) yaitu sekelompok individu ikan dari jenis yang sama yang berasal dari pemijahan yang sama (Suwarso & Hariati 2002). Analisis kelompok ukuran ikan ekonomis penting yang terdapat di perairan Biduk-biduk dilakukan dengan analisis pertumbuhan ikan. Analisis kelompok ukuran ikan hasil tangkapan dengan Metode Bhattacharya dalam Program FiSAT II. Berikut sebaran kelompok ukuran ikan hasil tangkapan nelayan di perairan Biduk-biduk yang menggunakan alat tangkap jaring insang tetap (*Set gill nets/anchored*), jaring insang hanyut (*drift net*) dan pancing ulur (*handline*).



1. Cunding (*Lutjanus gibbus*)



2. Kerapu Lumpur Hitam (*Aethaloperca roga*)



3. Lencam (*Lethrinus lentjan*)

Gambar 4.8. Kelompok Ukuran Ikan Hasil Tangkapan

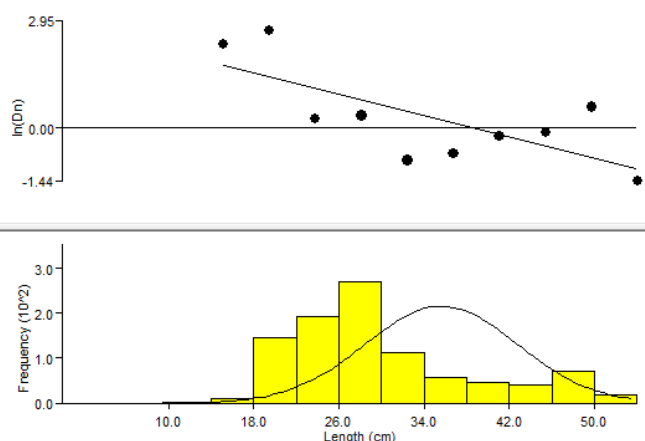
4.2.4.2. Parameter Pertumbuhan

Menurut Effendie (1997), pertumbuhan adalah pertambahan ukuran panjang atau berat dalam suatu waktu, sedangkan pertumbuhan bagi populasi adalah sebagai pertambahan jumlah. Sesudah masa larva berakhir bentuk ikan akan hampir serupa dengan bentuk induknya. Pada umumnya, perubahan tersebut hanya perubahan kecil seperti panjang sirip dan kemontokan tubuh. Pertumbuhan merupakan proses biologis yang kompleks dimana banyak faktor yang mempengaruhinya. Faktor ini dapat digolongkan menjadi dua macam yakni faktor dalam dan faktor luar. Faktor-faktor tersebut ada yang dapat dikontrol dan bahkan ada yang tidak dapat dikontrol. Faktor dalam merupakan faktor yang sukar untuk dikontrol diantaranya adalah keturunan, sex, umur, parasit, dan penyakit. Faktor luar utama yang mempengaruhi pertumbuhan adalah makanan dan suhu perairan.

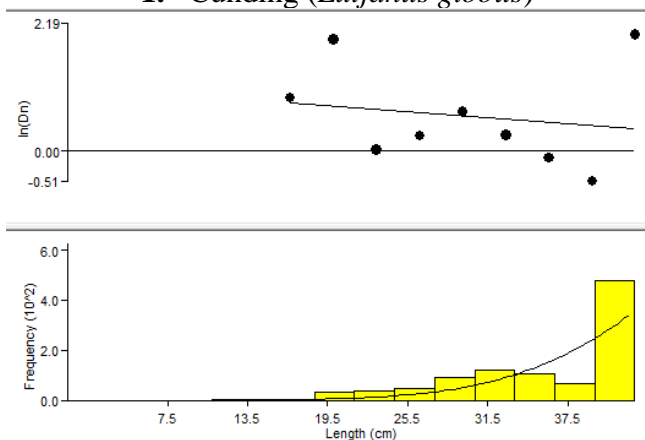
Di daerah tropis, makanan merupakan faktor yang lebih penting daripada suhu perairan. Persamaan hubungan panjang bobot ikan dimanfaatkan untuk bobot

ikan melalui panjangnya dan menjelaskan sifat pertumbuhannya. Bobot dapat dianggap sebagai satu fungsi dari panjang. Hubungan panjang dengan bobot hampir mengikuti hukum kubik yaitu bahwa bobot ikan sebagai pangkat tiga dari panjangnya. Dengan kata lain hubungan ini dapat dimanfaatkan untuk menduga bobot melalui panjang (Effendie 1997). Hasil analisis hubungan panjang bobot akan menghasilkan suatu nilai konstanta (b), yaitu harga pangkat yang menunjukkan pola pertumbuhan ikan. Ikan yang memiliki pola pertumbuhan isometrik ($b=3$), pertambahan panjangnya seimbang dengan pertambahan bobot.

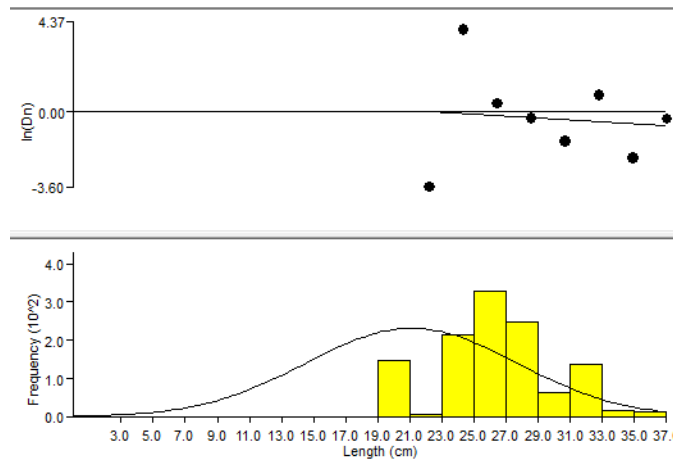
Sebaliknya apabila ikan dengan pola pertumbuhan allometrik ($b \neq 3$) menunjukkan pertambahan panjang tidak seimbang dengan pertambahan bobot. Pola pertumbuhan allometrik positif bila $b > 3$, yang menunjukkan bahwa pertambahan bobot lebih dominan dibandingkan dengan pertambahan panjang sedangkan pola pertumbuhan allometrik negatif apabila nilai $b < 3$, hal ini menandakan bahwa pertambahan panjang lebih cepat dibandingkan pertambahan bobot (Effendie 1997). Berikut kisaran panjang dan frekuensi ikan hasil tangkapan nelayan dengan analisis Metode Bhattacharya.



1. Cunding (*Lutjanus gibbus*)



2. Kerapu Lumpur Hitam (*Aethaloperca rogae*)



3. Lencam (*Lethrinus lentjan*)

Gambar 4.9. Kisaran Panjang Ukuran Ikan Sampel Hasil Tangkapan dengan Analisis Metode Bhattacharya

Menurut King (1995) dalam sudut pandang perikanan pertumbuhan sebagaimana rekrutmen mempengaruhi bobot tangkapan berkelanjutan yang dapat diambil dari suatu stok ikan. Persamaan pertumbuhan von Bertalanffy merupakan persamaan yang umum digunakan dalam studi pertumbuhan suatu populasi. Menurut Beverton & Holt (1957) mengatakan bahwa persamaan pertumbuhan von Bertalanffy memberikan representasi pertumbuhan populasi ikan yang memuaskan. Hal ini dikarenakan persamaan pertumbuhan von Bertalanffy berdasarkan konsep fisiologis sehingga bisa digunakan untuk mengetahui beberapa masalah seperti variasi pertumbuhan karena ketersediaan makanan.

Metode Ford Walford merupakan metode sederhana dalam menduga parameter pertumbuhan L_{∞} dan K dari persamaan von Bertalanffy dengan interval waktu pengambilan contoh yang sama (Sparre dan Venema 1999). Metode ini memerlukan masukan panjang rata-rata ikan dari beberapa kelompok ukuran. Kelompok ukuran dipisahkan dengan menggunakan metode Battacharya (Sparre & Venema 1999). Parameter-parameter yang digunakan dalam menduga pertumbuhan populasi yaitu panjang infinitif (L_{∞}) yang merupakan panjang maksimum secara teoritis, koefisien pertumbuhan (K), dan t_0 yang merupakan umur teoritis pada saat panjang sama dengan nol (Sparre & Venema 1999).

Hasil analisis parameter pertumbuhan ikan hasil tangkapan yaitu koefisien pertumbuhan (K) dan panjang infinitif (L_{∞}) serta umur teoretis ikan pada saat panjang sama dengan nol (t_0). Panjang total maksimum dan koefisien pertumbuhan (K) ikan yang tertangkap dengan persamaan pertumbuhan yang terbentuk berdasarkan von Bertalanffy dari hasil tangkapan nelayan di Biduk-biduk diperoleh seperti yang terinci pada tabel berikut di bawah ini.

Tabel 4.3. Parameter Pertumbuhan Berdasarkan Model Von Bertalanffy (L_{\max} , L_{∞} , K , t_0 dan L_t) Ikan Hasil Tangkapan Nelayan Di Kecamatan Biduk-biduk

No.	Nama Lokal Ikan	L_{∞} (cm)	K (per tahun)	t_0	L_t
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1.	Cunding (<i>Lutjanus gibbus</i>)	37,85	0,51	0,300	$L_t = 37,85(1 - e^{-0,51(t+0,300)})$
2.	Kerapu Lumpur Hitam (<i>Aethaloperca rogae</i>)	45,20	1,01	0,141	$L_t = 45,20(1 - e^{-1,01(t+0,141)})$
3.	Lencam (<i>Lethrinus lentjan</i>)	30,50	1,01	0,157	$L_t = 30,50(1 - e^{-1,01(t+0,157)})$

Sumber : Data Primer Diolah, 2022.

Keterangan :

(3) ELEFAN I dalam FiSAT II

(4) ELEFAN I dalam FiSAT II

(5) Rumus Pauly (1984)

(6) Model Pertumbuhan Von Bertalanffy

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di perairan Biduk-biduk menunjukkan adanya perbedaan nilai koefisien pertumbuhan (K) dan L_{∞} pada tiap jenis ikan. Ikan hasil tangkapan yang memiliki nilai K yang lebih kecil dan panjang infinitif yang mendekati panjang maksimal dari hasil pengamatan, hal itu menunjukkan bahwa semakin kecil nilai koefisien pertumbuhan, maka semakin lama waktu yang dibutuhkan oleh spesies tersebut untuk mendekati panjang infinitif dan sebaliknya, semakin besar nilai koefisien pertumbuhan, maka semakin cepat waktu yang dibutuhkan oleh spesies tersebut untuk mendekati panjang infinitif. Hal tersebut dapat disebabkan oleh faktor lingkungan, dimana kondisi lingkungan perairan tiap tempat berbeda.

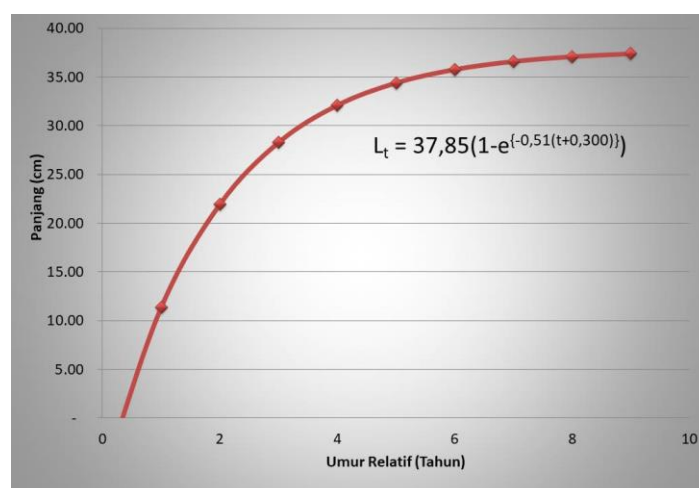
Ukuran ikan layak tangkap sangat penting dengan cara mengetahui ukuran modus dan ukuran rata-rata ikan tertangkap ($L_{C50\%}$). Struktur ukuran, merupakan salah satu informasi penting dalam mengkaji suatu populasi dan stok (Saputra, 2009). Ikan hasil tangkapan nelayan yang paling banyak tertangkap pada kisaran 32-105 cm. Ukuran ikan pertama kali tertangkap ($L_{C50\%}$) pada kisaran 13,07 - 48 cm. Nilai panjang infinitif (L_{∞}) dapat merepresentasikan dalam pendugaan ukuran ikan yang seharusnya dapat ditangkap dalam satu daerah penangkapan ikan (*fishing ground*). Hasil analisis menunjukkan nilai $L_{C50\%}$ berada pada ukuran yang bervariasi dan nilai panjang infinitif (L_{∞}) beragam pula, hal tersebut akan menggambarkan jika nilai $L_{C50\%}$ lebih besar dari $\frac{1}{2} L_{\infty}$, artinya ukuran ikan yang ditangkap oleh nelayan sekitar Biduk-biduk tersebut sudah layak tangkap. Berikut ukuran ikan pertama kali tertangkap yang menjadi indikator ukuran ikan layak tangkap pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Ukuran Ikan Pertama Kali Tertangkap dan Layak Tangkap di Perairan Biduk-biduk Hasil Analisis FiSAT II

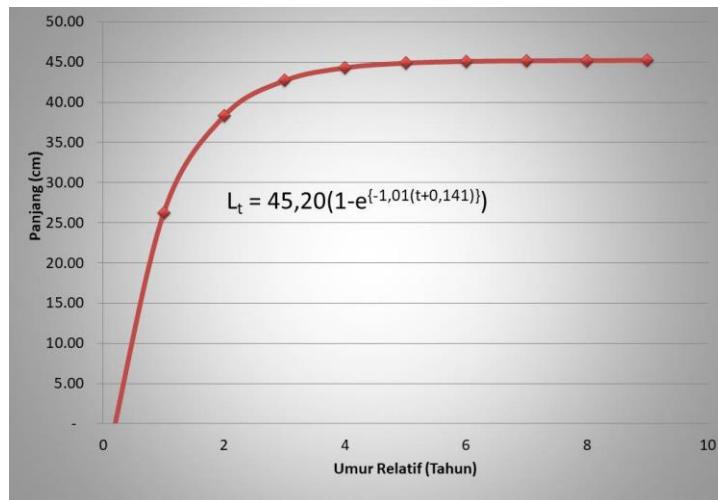
No.	Nama Lokal Ikan	L_{∞} (cm)	L_{maks} (cm)	$\frac{1}{2} L_{\infty}$ (cm)	$L_{50\%}$ (cm)	Keterangan
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1.	Cunding (<i>Lutjanus gibbus</i>)	37,85	41	18,92	28,39	Layak Tangkap
2.	Kerapu Lumpur Hitam (<i>Aethaloperca roгаа</i>)	45,20	42	22,60	17,11	Belum layak tangkap
3.	Lencam (<i>Lethrinus lentjan</i>)	30,50	35	15,25	19,46	Layak Tangkap

Sumber : Data Primer Diolah, 2022.

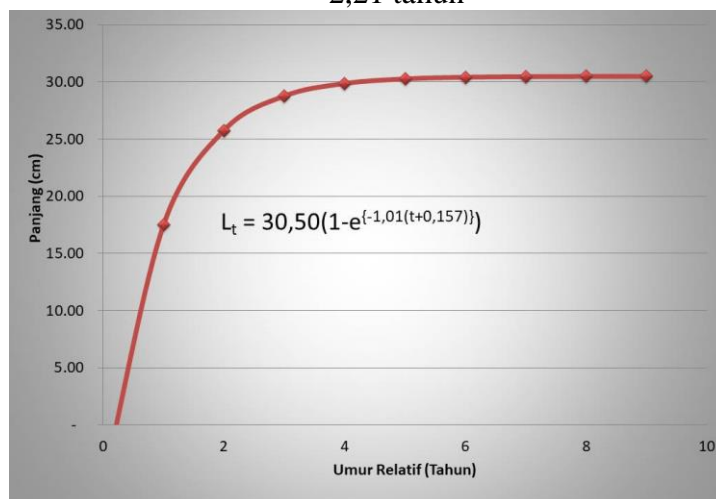
Hasil analisis didapat ikan yang memiliki ukuran layak tangkap adalah ikan Cunding (*Lutjanus gibbus*) dan Lencam (*Lethrinus lentjan*). Selanjutnya untuk spesies ikan hasil tangkapan yang tidak mencapai atau mendekati panjang layak tangkap adalah ikan Kerapu Lumpur Hitam (*Aethaloperca roгаа*). Spesies ikan yang hidup di lokasi perairan yang berbeda akan mengalami pertumbuhan yang berbeda (Effendi, 1997), parameter penting seperti ukuran ikan, struktur dan distribusi spesies selalu mengalami perubahan sebagai respon terhadap dinamika lingkungan dari aktivitas antropogenik dan gangguan alami (Shelton & Mangel, 2011; Van Dover, 2014; Micheli *et al.*, 2016). Persamaan Von Bertalanffy menunjukkan kurva pertumbuhan ikan diperoleh dengan memplotkan umur (t) dan panjang total ikan (cm), hasil analisis ikan hasil tangkapan terkait hubungan antara panjang infinitif L_{∞} (cm) dengan umur teoritis ikan pada saat panjang sama dengan nol (t_0) digambarkan dalam grafik di bawah ini.



1. Cunding (*Lutjanus gibbus*) Umur Relatif 2,78 – 5,62 tahun



2. Kerapu Lumpur Hitam (*Aethaloperca rogaa*) Umur Relatif 1,33 – 2,21 tahun



3. Lencam (*Lethrinus lentjan*) Umur Relatif 1,37 – 2,32 tahun

Gambar 4.10. Kurva Pertumbuhan Panjang Infinitif L_∞ (cm) dan Umur Relatif Ikan Hasil Tangkapan Nelayan (t_0)

4.2.4.3. Mortalitas dan Laju Eksploitasi

Beberapa penyebab kematian terhadap suatu populasi ikan adalah melalui penangkapan, pemangsa, penyakit, dan sebagainya. Beberapa penyebab kematian tersebut digolongkan menjadi dua macam yakni mortalitas penangkapan dan mortalitas alami (Effendie 1997). Mortalitas alami adalah mortalitas yang terjadi karena berbagai sebab selain penangkapan seperti pemangsa, penyakit, stres pemijahan, kelaparan dan usia tua (Sparre & Venema 1999). Penyebab terbesar yang menyebabkan banyak kematian pada ikan adalah adanya predasi.

Mortalitas dapat disebabkan oleh adanya perubahan suhu yang abnormal dan cepat walaupun dimana suhu cenderung berada jauh di atas titik beku dan

aklimatisasi suhu pada spesies ikan relatif tinggi. Dinamika lapisan minimum oksigen di wilayah tropis dan *upwelling* dapat menyebabkan mortalitas massa. Banyak faktor yang menyebabkan kematian pada ikan seperti misalnya penyakit, stress saat pemijahan, dan sebagainya (Laevastu & Hayes 1981). Nilai laju mortalitas alami berkaitan dengan nilai parameter pertumbuhan von Bertalanffy K dan L_{∞} . Ikan yang pertumbuhannya cepat (nilai K tinggi) mempunyai M tinggi dan sebaliknya. Nilai M berkaitan dengan nilai L_{∞} karena pemangsa ikan besar lebih sedikit dari ikan kecil. Mortalitas penangkapan adalah mortalitas yang terjadi akibat adanya aktivitas penangkapan (Sparre & Venema 1999).

Laju eksploitasi (E) merupakan bagian suatu kelompok umur yang akan ditangkap selama ikan tersebut hidup. Oleh karena itu, laju eksploitasi juga dapat diartikan sebagai jumlah ikan yang ditangkap lalu dibandingkan dengan jumlah total ikan yang mati karena semua faktor baik faktor alam maupun faktor penangkapan (Pauly 1984). Penentuan laju eksploitasi merupakan salah satu faktor yang perlu diketahui untuk menentukan kondisi sumberdaya perikanan dalam pengkajian stok ikan (King 1995). Pauly (1984) menduga bahwa dalam stok yang dieksploitasi optimal maka laju mortalitas penangkapan (F) sama dengan laju mortalitas alami (M) atau laju eksploitasi (E) sama dengan 0,5.

Tabel 4.5. Parameter Mortalitas dan Laju Eksploitasi Ikan Di Kecamatan Biduk-biduk

No.	Nama Lokal Ikan	Parameter Mortalitas dan Laju Eksploitasi				Keterangan
		Mortalitas Total (Z)	Mortalitas Alami (M)	Mortalitas Penangkapan (F)	Laju Eksploitasi (E)	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1.	Cunding (<i>Lutjanus gibbus</i>)	0,09	1,08	0,99	11,10	<i>Overfishing</i>
2.	Kerapu Lumpur Hitam (<i>Aethaloperca rogae</i>)	0,35	1,60	1,26	3,65	<i>Overfishing</i>
3.	Lencam (<i>Lethrinus lentjan</i>)	0,78	1,79	1,01	1,31	<i>Overfishing</i>

Sumber : Data Primer Diolah, 2022.

Keterangan :

(3) Menggunakan Kurva berdasarkan konversi panjang dalam FiSAT II

(4) Menggunakan rumus Pauly (1984) (5) ELEFAN I dalam FiSAT II

(6) $F = Z - M$

(7) $E = F / Z$

Laju mortalitas total (Z) ikan hasil tangkapan nelayan adalah paling tinggi dan diindikasikan menjadi target spesies paling dicari oleh nelayan terlihat dari tabel diatas mortalitas total dibarengi dengan mortalitas akibat penangkapan serta laju eksploitasi per tahun dengan laju mortalitas alami yang rendah diantaranya adalah ikan Lencam (*Lethrinus lentjan*). Laju mortalitas (F) akibat penangkapan dan laju eksploitasi per tahun (E) tertinggi dengan laju mortalitas alami (M) yang rendah diantaranya adalah ikan Cunding (*Lutjanus gibbus*), Kerapu Lumpur Hitam (*Aethaloperca rogae*) dan Lencam (*Lethrinus lentjan*).

Eksploitasi optimal terjadi pada penangkapan ikan target yang mana tingkat mortalitas akibat penangkapan (F) sama atau mendekati tingkat mortalitas alami (M) yaitu pada penangkapan ikan Cunding (*Lutjanus gibbus*). Mortalitas alami (M) paling tinggi diantaranya adalah ikan Cunding (*Lutjanus gibbus*) dan Lencam (*Lethrinus lentjan*).

Mortalitas alami adalah mortalitas yang terjadi karena berbagai sebab selain penangkapan seperti pemangsa, penyakit, stress pemijahan, kelaparan dan usia tua (Sparre & Venema 1999). Penyebab terbesar yang menyebabkan banyak kematian pada ikan adalah adanya predasi. Nilai laju mortalitas alami berkaitan dengan nilai parameter pertumbuhan von Bertalanffy K dan L_{∞} . Ikan yang pertumbuhannya cepat (nilai K tinggi) mempunyai M tinggi dan sebaliknya (Sparre & Venema 1999). Laju mortalitas penangkapan lebih kecil dibandingkan dengan laju mortalitas alami. Hal itu menunjukkan bahwa faktor kematian ikan di perairan Biduk-biduk banyak disebabkan oleh selain aktivitas penangkapan juga kematian akibat pemangsa oleh ikan predator, penyakit, stress pemijahan, kelaparan dan usia tua.

Sementara jenis ikan yang laju eksploitasi (E) mengalami lebih tangkap diantaranya adalah jenis ikan Cunding (*Lutjanus gibbus*), Kerapu Lumpur Hitam (*Aethaloperca rogae*), dan Lencam (*Lethrinus lentjan*). Pauly (1984) menduga bahwa dalam stok yang dieksploitasi optimal, maka laju mortalitas penangkapan (F) sama dengan laju mortalitas alami (M) atau laju eksploitasi (E) sama dengan 0,5. Apabila dibandingkan dengan nilai eksploitasi optimum yaitu 0,5, maka laju eksploitasi ikan di sekitar perairan Kecamatan Biduk-biduk belum terjadi lebih tangkap (*overfishing*), karena ikan target spesies sebagian besar tingkat eksploitasinya masih dibawah 50%. Nilai mortalitas penangkapan dipengaruhi oleh tingkat eksploitasi. Semakin tinggi tingkat eksploitasi di suatu daerah maka mortalitas penangkapannya semakin besar (Widodo & Suadi 2006).

Saputra (2009), menyatakan besarnya tingkat eksploitasi akan menunjukkan apakah upaya seimbang antara penangkapan dengan rekrutmen, telah melebihi (*over fishing*) atau masih kurang (*under exploited*). Nilai E sebesar 0,5 menunjukkan *fully exploited*, nilai $E > 0,5$ menunjukkan *over exploited* dan nilai $E < 0,5$ menunjukkan *under exploited* (Sparre dan Venema, 1999). Hasil penelitian menunjukkan nilai E

yang lebih dari 0,5, artinya upaya penangkapan telah melebihi batas tingkat eksploitasi maksimal yaitu 0,5 atau 50%. Jika dibandingkan dengan laju eksploitasi menurut Gulland (1971) yaitu sebesar 0,5, maka laju eksploitasi ikan di suatu perairan berada di atas nilai optimum.

Hal ini berkaitan dengan cara-cara penangkapan ikan yang melanggar aturan Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan nomor 71 tahun 2016. Nilai E yang diperoleh bersifat relatif sehingga bisa jadi bersifat *over estimated*, namun nilai tersebut dapat menjadi gambaran secara kasar mengenai besarnya eksploitasi ikan di perairan Biduk-biduk. Tingginya laju mortalitas penangkapan dan menurunnya laju mortalitas alami dapat menggambarkan indikasi terjadi kondisi *overfishing* baik *growth* maupun *recruitment overfishing*. Kondisi *growth overfishing* adalah tertangkapnya ikan sebelum mencapai ukuran dewasa, sedangkan *recruitment overfishing* adalah berkurangnya masukan individu baru ke alam. *Recruitment overfishing* terjadi disebabkan karena berkurangnya ketersediaan pemijahan (jumlah telur dan induk berkurang) dan degradasi lingkungan (Pauly, 1987).

Jika dibandingkan dengan hasil penelitian di tempat lain baik di Indonesia maupun dunia, tidak ada kesamaan laju mortalitas alami (M) lebih besar dari mortalitas karena tekanan penangkapan (F). Perbedaan ini merupakan fenomena yang wajar, kematian alami paling sering terjadi oleh hubungan predator-mangsa sekitar 90% dan melalui proses penuaan diperkirakan sekitar 10% (Niameimandi *et al.*, 2003). Laju mortalitas akibat penangkapan disebabkan oleh aktivitas penangkapan, yang variasi lajunya sangat dipengaruhi oleh jenis alat tangkap, intensitas penangkapan, daya atau kekuatan mesin kapal yang digunakan untuk melakukan penangkapan, yang berinteraksi dengan ukuran ikan, tingkah laku ikan dan kondisi habitat (Saputra, 2009).

Upaya tangkap lebih (*overfishing*) dapat diartikan sebagai penerapan jumlah upaya penangkapan yang berlebih terhadap suatu stok ikan. Kondisi tangkap lebih yang terjadi pada stok ikan di sekitar perairan Kecamatan Biduk-biduk diduga termasuk ke dalam *growth overfishing*. Dikatakan *growth overfishing* apabila terjadi penangkapan terhadap ikan sebelum mereka mengalami pertumbuhan hingga ukuran dimana mampu membuat seimbang terhadap penyusutan stok akibat mortalitas alami (Sparre & Venema 1999). *Growth overfishing* dapat dilihat dari ukuran ikan yang tertangkap yakni bukanlah ukuran konsumsi. Hal itu terlihat jika selama dilakukannya pengambilan ikan contoh, banyak ditemukannya ikan yang berukuran kecil yakni belum mencapai ukuran layak tangkap.

Terkait hal *growth overfishing* dalam memberlakukan pengaturan mengenai ukuran mata jaring (*mesh size*) dan jumlah alat tangkap memiliki resistensi yang cukup tinggi. Karena dengan mengatur ukuran mata jaring dan membatasi jumlah alat tangkap akan menuntut ada yang harus dikorbankan. Pengelolaan tersebut diperlukan adanya *human development*, dimana manusia sebagai pelaku utama

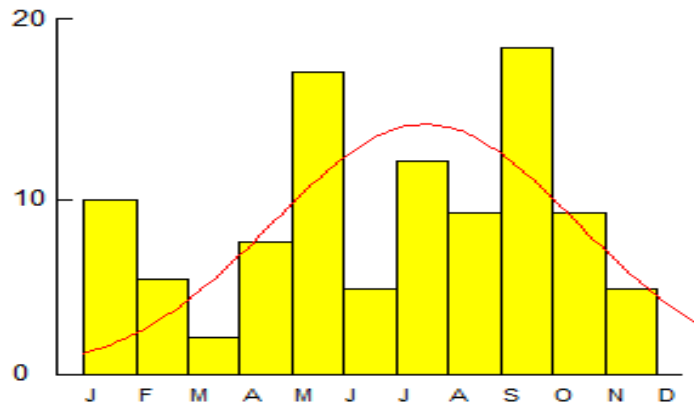
dalam aktifitas pemanfaatan sumberdaya ikan. Kebijakan ini ditujukan bagi kualitas dan profesionalitas para pemegang kebijakan dan pengelolaan perikanan serta nelayan dalam bentuk memberikan penyuluhan mengenai kondisi sumberdaya yang ada, pengaturan ukuran mata jaring dan batasan jumlah tangkapan serta jumlah alat tangkap maksimal untuk memberikan pemahaman mengenai pentingnya pembangunan perikanan yang berkelanjutan guna kehidupan di kemudian hari, serta pentingnya pemanfaatan sumberdaya perikanan berkelanjutan agar memberikan manfaat ekonomi yang maksimum. Selain itu, dalam memberlakukan pengelolaan tersebut diperlukan pihak yang memiliki kekuatan hukum sehingga apabila terjadi pelanggaran dalam kesepakatan yang ditetapkan dapat diselesaikan dengan hukum dan peraturan yang ada.

4.2.4.4. Pola Rekrutmen

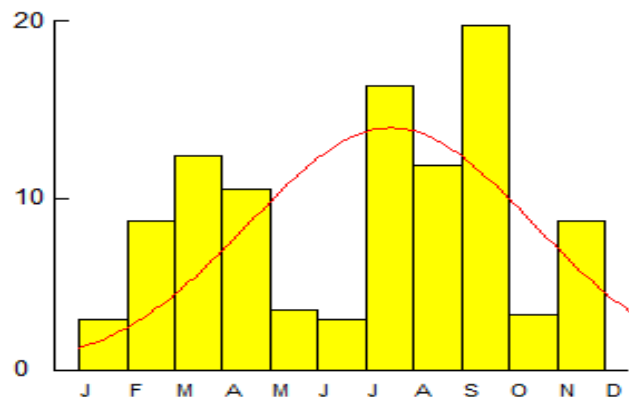
Berdasarkan hasil analisis yang diperoleh dari input nilai L_{∞} , K dan t_0 , yang seterusnya dihitung menggunakan aplikasi FiSAT II menunjukkan persentase dari pola rekrutmen dapat dilihat pada gambar di bawah ini. Menurut Saputra (2007), rekrutmen diartikan sebagai penambahan baru ke dalam stok perikanan. Stok adalah kelompok ukuran ikan yang tersedia pada waktu tertentu, sehingga dapat tertangkap oleh alat tangkap. Masuknya stok dari luar wilayah perikanan ke dalam suatu stok perikanan (rekrut) yang sedang dieksploitasi tersebut berasal dari hasil reproduksi yang telah mencapai ukuran stok. Oleh karenanya faktor penentu besarnya penambahan baru adalah jumlah induk siap memijah dan mortalitas pada rentang waktu antara pemijahan sampai dengan ikan mencapai ukuran stok (mortalitas pre-rekrutmen). Berdasarkan nilai-nilai parameter pertumbuhan ikan yang dianalisis dengan subprogram *Recruitment Pattern* dalam program FiSAT II, dapat dilihat pola rekrutmen ikan tersebut untuk tiap tahunnya sebagaimana disajikan dalam gambar di bawah. Pola rekrutmen ikan tiap tahun menunjukkan adanya 1 dan 2 puncak (modus) selama setahun. Terjadinya rekrutmen sebanyak dua kali dalam setahun menyebabkan sumber daya ikan memiliki 2 kelompok umur (kohort).

Hasil analisis rekrutment (penambahan baru ikan) yang terlihat menunjukkan adanya presentase rekrutmen tertinggi pada bulan-bulan tertentu. Tingginya rekrutmen pada bulan tersebut lebih dipengaruhi oleh pemijahan. Pola rekrutmen terkait dengan waktu pemijahan (Ongkers, 2006). Menurut Romimohtarto dan Juwana (2005), musim pemijahan ikan terjadi sepanjang tahun dengan puncaknya terjadi pada musim barat di bulan Desember, musim peralihan pertama di bulan Maret, musim Timur di bulan Juli, dan musim peralihan kedua di bulan September. Pola rekrutmen yang diduga dengan program FISAT seringkali tidak sesuai dengan kenyataan di alam mengingat model tersebut didasarkan pada dua asumsi yang jarang terjadi dalam kenyataannya, yaitu semua sampel ikan tumbuh dengan satu set tunggal parameter pertumbuhan dan satu bulan dalam setahun selalu terdapat

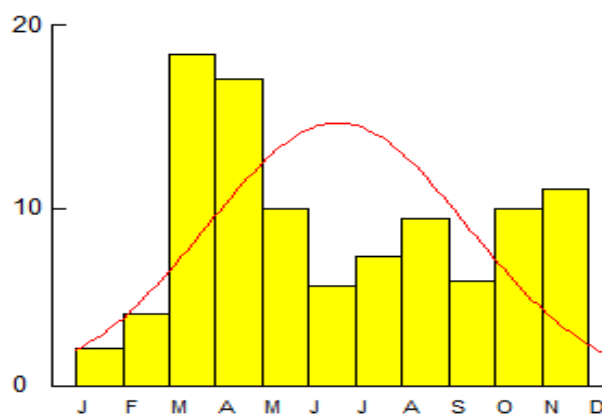
nol rekrutmen (Pauly, 1987; Gayanilo *et al.*, 2005). Walaupun demikian, model tersebut tetap bermanfaat untuk menduga bagaimana rekrutmen populasi ikan di alam terjadi dalam satu tahun (Sentosa dan Djumanto, 2010).



1. Cunding (*Lutjanus gibbus*) puncak rekrutmen September 18,36%



2. Kerapu Lumpur Hitam (*Aethaloperca rogae*) puncak rekrutmen September 19,78%



3. Lencam (*Lethrinus lentjan*) puncak rekrutmen Maret 18,48%

Gambar 4.11. Pola Rekrutmen Ikan Hasil Tangkapan Nelayan di Perairan Kecamatan Biduk-biduk

Secara umum hampir semua jenis ikan mengalami 2 kali rekrutmen individu baru, namun dalam setahun persentasenya tidak terlalu besar, dan yang terjadi puncaknya hanya bulan-bulan tertentu saja. Berdasarkan pola rekrutmen tiap spesies ikan berbeda-beda dan terlihat terjadi fenomena menarik dari 3 jenis ikan sampel yang diteliti dihubungkan dengan musim angin barat dan timur, tidak ada terjadi penambahan individu baru pada musim angin timur yang berlangsung pada bulan Juni – Agustus.

Sementara pada musim pancaroba II (September – Nopember) terdapat 1 spesies yang mengalami puncak penambahan individu baru yaitu ikan Cunding (*Lutjanus gibbus*), sedangkan pada musim pancaroba I (Maret – Mei) terdapat 1 spesies yang *recruitment peak season* diantaranya ikan Lencam (*Lethrinus lentjan*). Tidak ada penambahan individu baru terjadi pada musin angin barat yang umumnya berlangsung pada bulan Desember – Februari.

Tabel 4.6. Persentase Penambahan Individu Baru (*Recruitment*) Per Target Spesies Hasil Tangkapan

No.	Nama Ikan	Bulan (%) dan Musim Angin											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sept	Okt	Nov	Des
(1)	(2)	Musim Barat		Musim Pancaroba I			Musim Timur			Musim Pancaroba II			Barat
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1.	Cunding (<i>Lutjanus gibbus</i>)	9,94	5,44	2,11	7,43	17,05	4,89	11,91	9,05	18,36	9,04	4,77	0,00
2.	Kerapu Lumpur Hitam (<i>Aethaloperca rogae</i>)	3,01	8,64	12,17	10,29	3,47	2,99	16,30	11,72	19,78	3,09	8,55	0,00
3.	Lencam (<i>Lethrinus lentjan</i>)	2,03	3,91	18,48	17,10	9,96	5,51	7,25	9,46	5,76	9,74	10,80	0,00

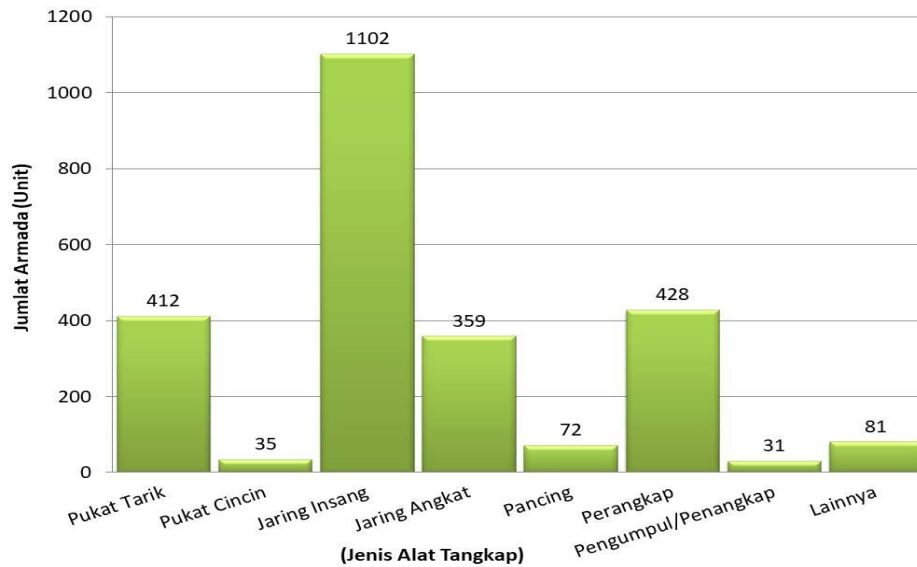
Sumber : Data Primer Diolah, 2022.

4.3. Jumlah Armada Perikanan Maksimum

Kegiatan penangkapan ikan merupakan aktivitas yang dominan masyarakat pesisir, selain budidaya ikan dan budidaya tambak dan keramba. Sebagai kegiatan utama, alat tangkap sebagai pendukung kegiatan perikanan laut sangat menentukan. Penggunaan alat tangkap oleh nelayan biasanya dilakukan berdasarkan musim, jenis ikan dan dimana aktivitas itu akan dilakukan. Berikut dapat dilihat jumlah alat tangkap yang beroperasi di pesisir perairan Kabupaten Berau pada tahun 2022.

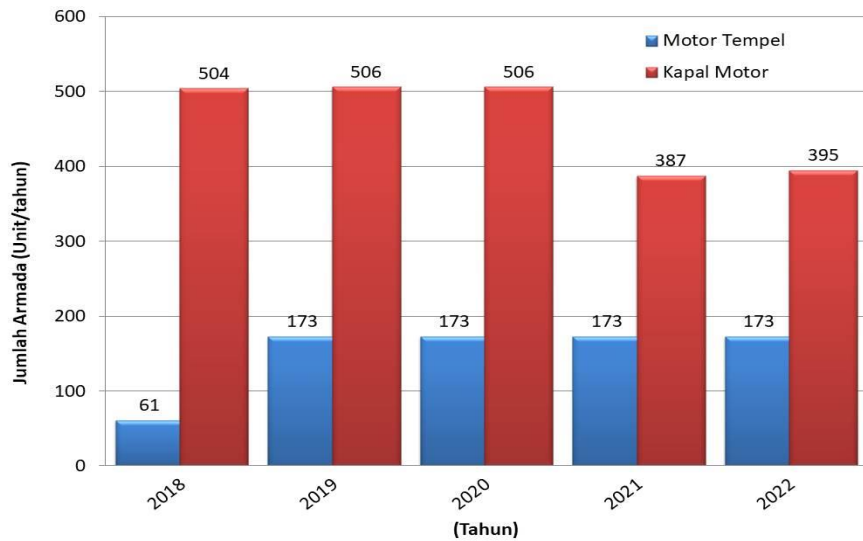
Jenis alat tangkap yang digunakan oleh nelayan di Kabupaten Berau tahun 2022 yang tergabung dalam satu armada penangkap ikan berjumlah sebanyak 2.520 unit. Dari jumlah tersebut, jaring insang dan perangkap merupakan alat tangkap yang paling banyak digunakan masing-masing berjumlah 1.102 unit (43,73%) dan

428 unit (16,98%). Jaring insang terdiri dari jaring insang hanyut, jaring insang tetap dan jaring tiga lapis, sedangkan perangkap terdiri dari sero, jermal, bubu dan perangkap lainnya.

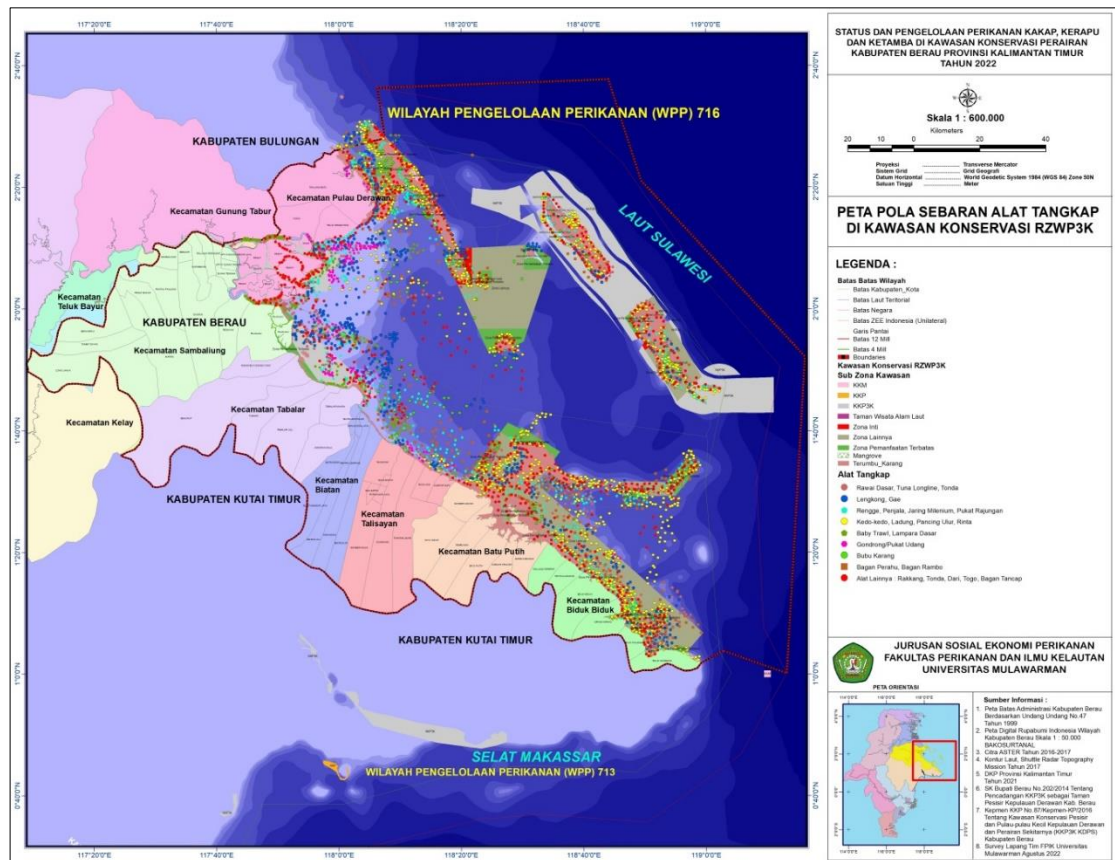


Gambar 4.12. Jumlah Alat Tangkap Kabupaten Berau 2022

Alat tangkap di urutan berikutnya adalah jaring angkat (bagan perahu/rakit, bagan tancap, serok dan songko) sebanyak 359 unit (14,24%), pukat tarik (dogol, lampara dasar, pukat pantai) sebanyak 412 unit (16,46%), serta alat tangkap lainnya sebanyak 81 unit (3,21%). Alat tangkap pengumpul/penangkap seperti pengumpul kerang, jala, dari, senapan speargun, sebanyak 31 unit (1,23%) merupakan paling sedikit digunakan. Sedangkan jenis alat tangkap lainnya selain yang digunakan diatas adalah pancing (rawai tuna, rawai tetap dasar, pancing tonda dan pancing lainnya) dan pukat cincin masing-masing berjumlah 72 unit (2,85%) dan 35 unit (1,38%). Pola sebaran alat tangkap di perairan Kabupaten Berau disajikan pada Gambar 4.13 di bawah ini.



Gambar 4.13. Jumlah Armada Kapal Kecamatan Biduk-biduk Menurut Kategori Kapal



Gambar 4.14. Peta Pola Sebaran Alat Tangkap di Perairan Kabupaten Berau.

Hasil monitoring pemanfaatan sumberdaya (*resources use monitoring*) yang dilakukan di daerah studi menemukan alat tangkap yang dikenal dengan sebutan khusus seperti jaring udang yang disebut *rengge gondrong* dan pancing *ladung (rinta)*. Rengge gondrong adalah jaring yang termasuk dalam kategori *trammel net* dan biasa digunakan untuk menangkap udang. Sementara pancing ladung (*rinta*) adalah salah satu cara memancing ikan dengan menggunakan pancing yang diberi bulu ayam-ayam di sekitar pangkal pancing, sehingga ujung kail yang melengkung sedikit tersembunyi. Cara memancing seperti ini adalah dengan menggerakkan pancing yang sudah diberi bulu ayam-ayam secara naik turun. Pemasangan alat tangkap bagan tancap di perairan Tanjung Batu, Kecamatan Biduk-biduk tergolong padat, sehingga dapat mengganggu alur pelayaran dan mengurangi estetika di wilayah pesisir. Pendataan jumlah bagan tancap yang dilakukan dihasilkan sekitar 344 unit yang beroperasi di perairan tersebut. Rencana pembukaan alur pelayaran dengan menjadikan Tanjung Batu sebagai pelabuhan umum mengakibatkan perlunya pengurangan bagan tancap. Ke depan, jumlah bagan tancap perlu dikendalikan dengan membatasi ijin pendirian bagan tancap baru dan tidak adanya perpanjangan ijin bagi bagan tancap yang telah rusak. Penggunaan *mini trawl* di laut yang berdekatan dengan Pulau Panjang telah memicu timbulnya konflik pemanfaatan ruang. Nelayan pukat tarik dan gondrong melakukan penangkapan ikan di wilayah tangkap nelayan tradisional yang menggunakan pancing, sehingga pendapatan nelayan pancing berkurang. Penggunaan pukat tarik banyak mengundang protes dari nelayan-nelayan lain, karena dapat menangkap biota yang bukan menjadi target penangkapan (*by-catch*). Hasil tangkapan non target ini pada akhirnya banyak dibuang dan menimbulkan masalah lingkungan yang baru.

4.4. Analisis Pemanfaatan Optimal Sumber Daya Perikanan

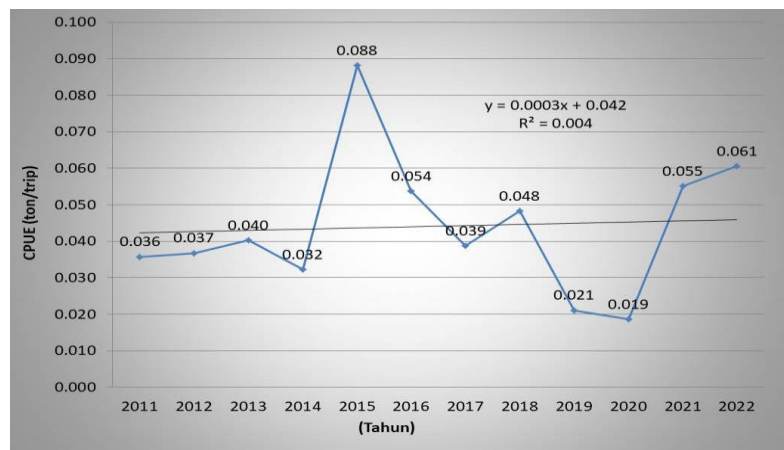
4.4.1. Jumlah Produksi, CPUE dan Effort

Hasil tangkapan yang didaratkan di Pangkalan Pendaratan Ikan Labuan Kelambu Kecamatan Biduk-biduk Kabupaten Berau terdiri atas beberapa jenis sumber daya ikan yang ada di Kabupaten Berau didominasi sumber daya ikan karang seperti ikan Cunding (*Lutjanus gibbus*), Kerapu Lumpur Hitam (*Aethaloperca rogoa*) dan Lencam (*Lethrinus lentjan*). Perhitungan CPUE perlu melakukan standarisasi alat tangkap terlebih dahulu, karena berdasarkan data produksi lebih dari satu alat tangkap yang bisa digunakan untuk menangkap ikan pelagis kecil. Standarisasi juga perlu data jumlah trip, sehingga nantinya akan diketahui nilai CPUE masing-masing alat tangkap, kemudian dapat diketahui nilai *Fishing Power Index* (FPI). Standar alat tangkap yang digunakan adalah alat

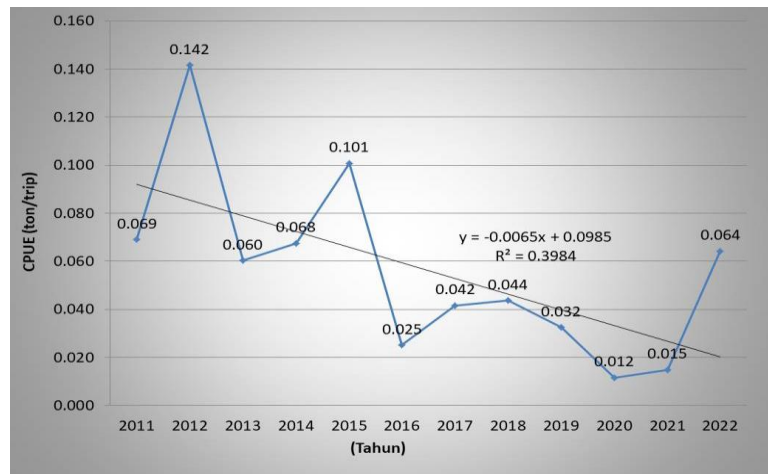
tangkap yang mempunyai nilai CPUE lebih besar dibandingkan alat tangkap lainnya.

Nabunome (2007) menyatakan jika dihubungkan antara CPUE dan *effort* (trip), maka semakin besar *effort*, CPUE akan semakin berkurang, sehingga produksi semakin berkurang. Artinya bahwa CPUE berbanding terbalik dengan *effort* di mana dengan setiap penambahan *effort* maka makin rendah hasil *Catch per Unit Effort* (CPUE). Hal ini disebabkan meningkatnya kompetisi antar alat tangkap yang beroperasi dimana kapasitas sumber daya yang terbatas dan cenderung mengalami penurunan akibat usaha penangkapan yang terus meningkat.

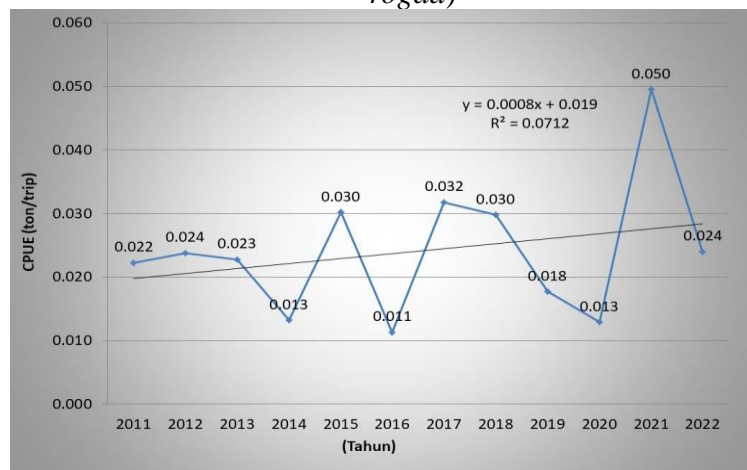
Nilai CPUE dan produksi total yang cenderung mengalami penurunan tiap tahunnya, maka hal tersebut mengindikasikan bahwa perairan pesisir Kabupaten Berau telah mengalami lebih tangkap (*overfishing*). Menurut Nabunome (2007), bahwa salah satu ciri *overfishing* adalah grafik penangkapan dalam satuan waktu berfluktuasi atau tidak menentu dan penurunan produksi secara nyata, mengatakan bahwa kejadian tangkap lebih sering dapat dideteksi dengan penurunan hasil *Catch per Unit Effort* (CPUE) dengan melihat *trend* CPUE yang dapat dilihat pada Gambar 4.15 di bawah ini.



CPUE Sumber Daya Ikan Cunding (*Lutjanus gibbus*)



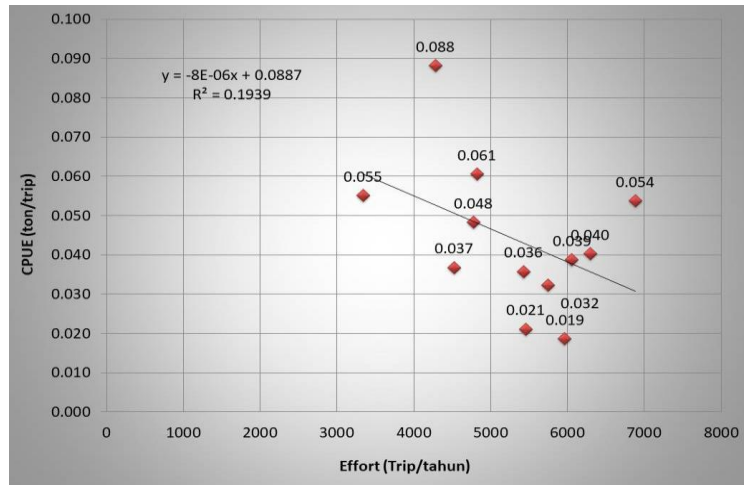
CPUE Sumber Daya Ikan Kerapu Lumpur Hitam (*Aethaloperca rogae*)



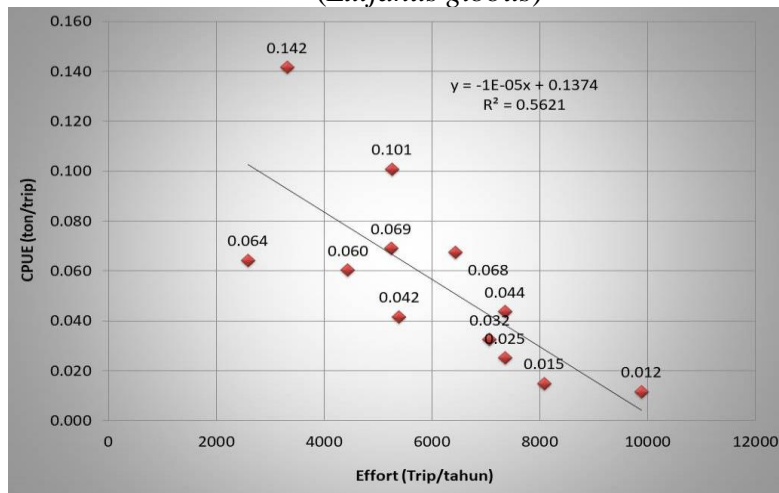
CPUE Sumber Daya Ikan Lencam (*Lethrinus lentjan*)

Gambar 4.15. CPUE Sumber Daya Ikan Hasil Tangkapan

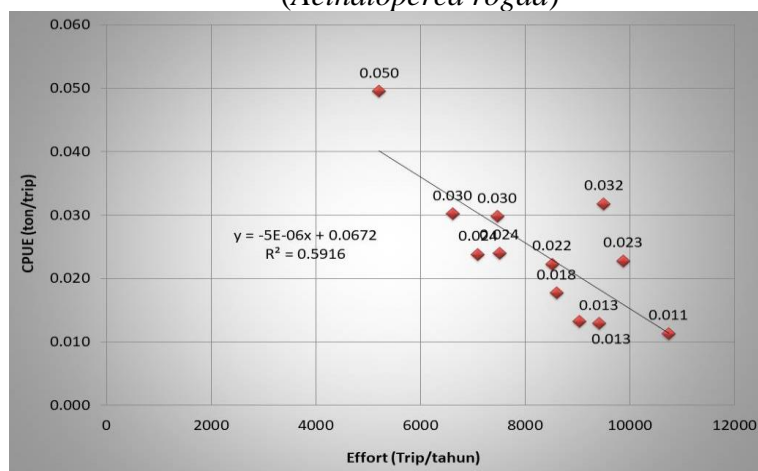
Berdasarkan nilai CPUE dan produksi total yang cenderung mengalami penurunan tiap tahunnya maka hal tersebut mengindikasikan bahwa perairan pesisir Kabupaten Berau telah mengalami lebih tangkap (*overfishing*). Hubungan CPUE dan *effort*, dengan diketahuinya nilai koefisien determinasi atau R^2 . Nilai koefisien determinasinya (R^2) dalam satuan persen, menunjukkan variasi atau naik turunnya CPUE sebesar nilai persentase tersebut, disebabkan oleh naik turunnya nilai *effort*, sedangkan sisanya disebabkan oleh variabel lain yang tidak dibahas di dalam model. Nilai keeratan (koefisien korelasi/R) menggambarkan hubungan antara CPUE dan *effort*, artinya CPUE dan *effort* memiliki nilai keeratan yang tinggi atau kuat (Novita, 2011). Berikut grafik hubungan CPUE dan *effort* sumber daya ikan yang dominan tertangkap.



a. Korelasi CPUE dan *Effort* Sumber Daya Ikan Cuning (*Lutjanus gibbus*)



b. Korelasi CPUE dan *Effort* Sumber Daya Ikan Kerapu Lumpur Hitam (*Aethaloperca roga*)



c. Korelasi CPUE dan *Effort* Sumber Daya Ikan Lencam (*Lethrinus lentjan*)

Gambar 4.16. Korelasi CPUE dan *Effort* Sumber Daya Ikan Hasil Tangkapan

Gambar 4.16.a korelasi CPUE dan effort sumberdaya ikan cuning (*Lutjanus gibbus*) di atas menunjukkan bahwa konstanta (a) sebesar 0,000008 menyatakan bahwa jika tidak ada *effort*, maka potensi yang tersedia di alam masih sebesar 0,000008 ton/alat tangkap. Koefisien regresi (b) sebesar 0,0887 menyatakan hubungan positif antara produksi dan *effort* bahwa setiap penambahan (karena tanda positif) 1 trip *effort* akan menyebabkan CPUE turun sebesar 0,00887 ton. Namun jika *effort* turun sebesar 1 trip, maka CPUE diestimasi mengalami penambahan sebesar 0,00887 ton. Tanda negatif (-) menyatakan arah hubungan yang terbalik, yang mana kenaikan variabel X akan mengakibatkan penurunan variabel Y dan sebaliknya. Koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,1938 atau 19,38%, menunjukkan variasi atau naik turunnya CPUE sebesar 19,38% disebabkan oleh naik turunnya nilai *effort*, sementara sisanya 80,62% disebabkan oleh variabel lain yang tidak dibahas dalam model. Nilai keeratan (koefisien korelasi/R) hubungan antara CPUE dan *effort* adalah 0,1938 yang berasal dari $\sqrt{0,1938}$. Hal tersebut menandakan bahwa CPUE dan *effort* memiliki nilai keeratan yang tinggi atau kuat antara CPUE dan *effort*, karena koefisien korelasinya terletak berkisar antara $0,7 < KK \leq 0,9$ (Novita, 2011).

Begitu juga yang pada sumber daya ikan lainnya yang tertangkap oleh alat tangkap, seperti sumber daya ikan Kerapu Lumpur Hitam (*Aethaloperca rogaa*) pada Gambar 4.40.b di atas menunjukkan bahwa konstanta (a) sebesar 0,0001 menyatakan bahwa jika tidak ada *effort*, maka potensi yang tersedia di alam masih sebesar 0,0001 ton/alat tangkap. Koefisien regresi (b) sebesar 0,1374 menyatakan hubungan positif antara produksi dan *effort* bahwa setiap penambahan (karena tanda positif) 1 trip *effort* akan menyebabkan CPUE turun sebesar 0,1374 ton. Namun jika *effort* turun sebesar 1 trip, maka CPUE diestimasi mengalami penambahan sebesar 0,1374 ton. Tanda negatif (-) menyatakan arah hubungan yang terbalik, yang mana kenaikan variabel X akan mengakibatkan penurunan variabel Y dan sebaliknya. Koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,5612 atau 56,12%, menunjukkan variasi atau naik turunnya CPUE sebesar 56,12% disebabkan oleh naik turunnya nilai *effort*, sementara sisanya 43,88% disebabkan oleh variabel lain. Hal yang sama interpretasi hubungan CPUE dan *effort* pada spesies Lencam (*Lethrinus lentjan*), menunjukkan bahwa konstanta (a) menyatakan jika tidak ada *effort*, maka potensi yang tersedia di alam masih sebesar a ton/alat tangkap. Koefisien regresi (b) menyatakan hubungan negatif antara produksi dan *effort* bahwa setiap pengurangan (karena tanda negatif) 1 trip *effort* akan menyebabkan CPUE naik sebesar b ton. Namun jika *effort* naik sebesar 1 trip, maka CPUE diestimasi mengalami penurunan sebesar b ton. Koefisien determinasi (R^2) sebesar r atau r%, menunjukkan variasi atau naik turunnya CPUE sebesar r% disebabkan

oleh naik turunnya nilai *effort*, sementara sisanya 100-r% disebabkan oleh variabel lain yang tidak dibahas dalam model.

4.4.2. Analisis Optimasi Statik Pemanfaatan Sumber Daya Ikan

Optimasi pemanfaatan sumber daya perikanan dianalisis dalam beberapa kondisi pengelolaan, yaitu kondisi pengelolaan *sole owner* atau *maximum economic yield* (MEY), *open access* (OA) dan *maximum sustainable yield* (MSY). Ketiga kondisi pengelolaan tersebut juga dibandingkan dengan kondisi aktual dari pemanfaatan tiap-tiap sumber daya perikanan di perairan Kabupaten Berau.

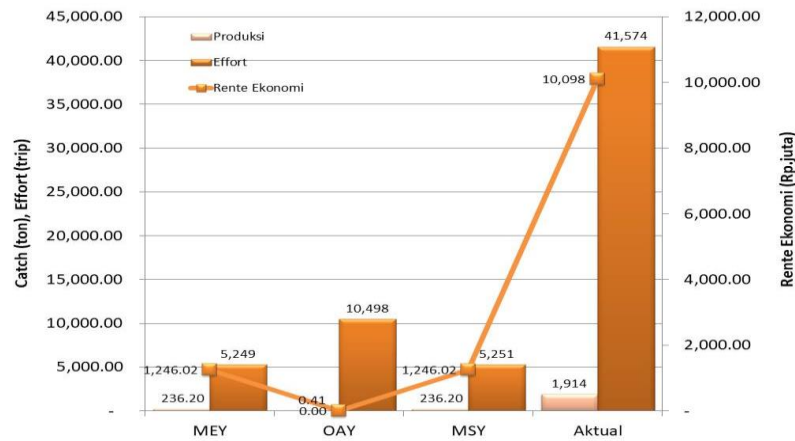
Model pengelolaan MEY diperoleh nilai *biomass* (x) tertinggi adalah sumber daya ikan kerapu lumpur hitam dan terendah adalah sumber daya ikan lele masing-masing sebesar 797,81 ton dan 634,25 ton/tahun, dengan produksi (h) sebesar 350,56 ton, *effort* (E) sebesar 5.101 trip dan keuntungan sebesar Rp 1.850,45 juta. Model pengelolaan OAY diperoleh biomassa ikan lele sebesar 0,99 ton, produksi sebesar 0,68 ton dan *effort* sebesar 12.932 trip. Pada pengelolaan MSY diperoleh biomassa sebesar 797,70 ton, produksi sebesar 350,56 ton, *effort* sebesar 5.102 trip dan keuntungan Rp. 1.850,45 juta.

Jumlah *biomass* pada model MEY maupun MSY masing-masing sebesar 790,66 ton dan 790,31 ton jauh lebih kecil dari produksi aktual yang diperoleh sebesar 1.914 ton, ini berarti kemampuan sumber daya ikan dalam melakukan pembaharuan masih rendah. Produksi aktual lebih besar dari nilai produksi baik secara MEY maupun MSY sebesar 236,20 ton dan 236,20 ton. Hal tersebut, mengindikasikan bahwa ikan-ikan yang terdapat di perairan pesisir Kabupaten Berau sudah dalam kondisi mengkhawatirkan, sehingga perlu adanya pengawasan terhadap proses penangkapan ikan tersebut.

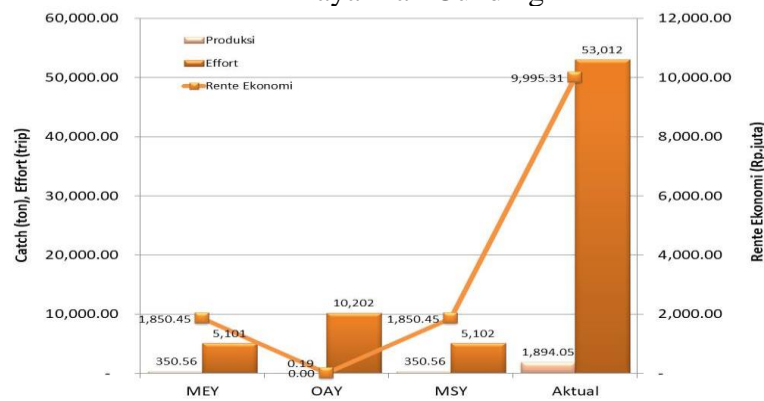
Keuntungan aktual yang diperoleh sebesar Rp 10.098 juta, keuntungan ini lebih besar dari keuntungan optimal baik secara MEY dan MSY yang keduanya memiliki keuntungan yang sama yaitu sebesar Rp 1.246,02 juta. Selisih yang besar baik pada hasil produksi maupun keuntungan yang diperoleh antara kondisi aktual terhadap kondisi MEY dan MSY mengindikasikan bahwa kegiatan penangkapan terhadap sumber daya ikan cuning sudah terjadi *overfishing* baik secara ekologi maupun ekonomi.

Pada Gambar 4.17 menunjukkan perbandingan pemanfaatan optimasi statis sumber daya ikan. Tingkat produksi, *effort* dan keuntungan atau rente ekonomi dari kondisi aktual ditunjukkan lebih besar daripada kondisi MEY maupun MSY, ini berarti tingkat *effort* pada kondisi aktual harus segera dikurangi hingga mencapai kondisi MEY. Kondisi saat ini MEY tingkat *effort*nya sama dengan MSY, sebaiknya lebih rendah daripada kondisi MSY, tetapi rente ekonomi atau keuntungan yang diperoleh lebih besar dari kondisi MSY. Oleh karena itu, keseimbangan kondisi pengelolaan MEY terlihat lebih *conservative minded* (lebih

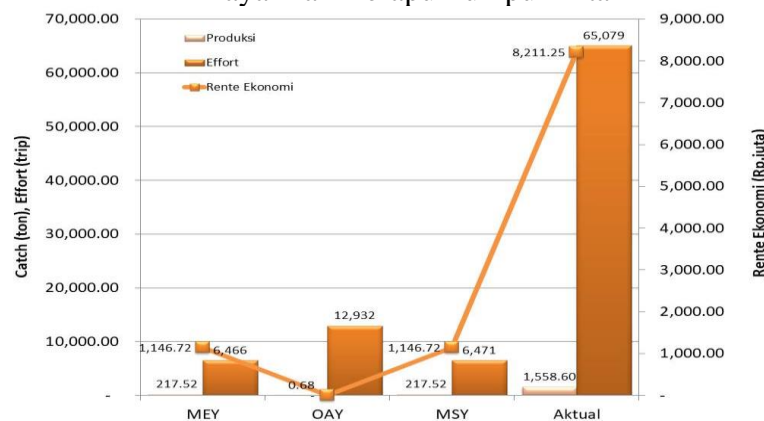
bersahabat dengan lingkungan) dibandingkan dengan tingkat upaya pada titik keseimbangan pada kondisi MSY (Hanneson, 1987).



a. Pemanfaatan Optimasi Statis Berdasarkan Rezim Pengelolaan Sumber Daya Ikan Cuning



b. Pemanfaatan Optimasi Statis Berdasarkan Rezim Pengelolaan Sumber Daya Ikan Kerapu Lumpur Hitam

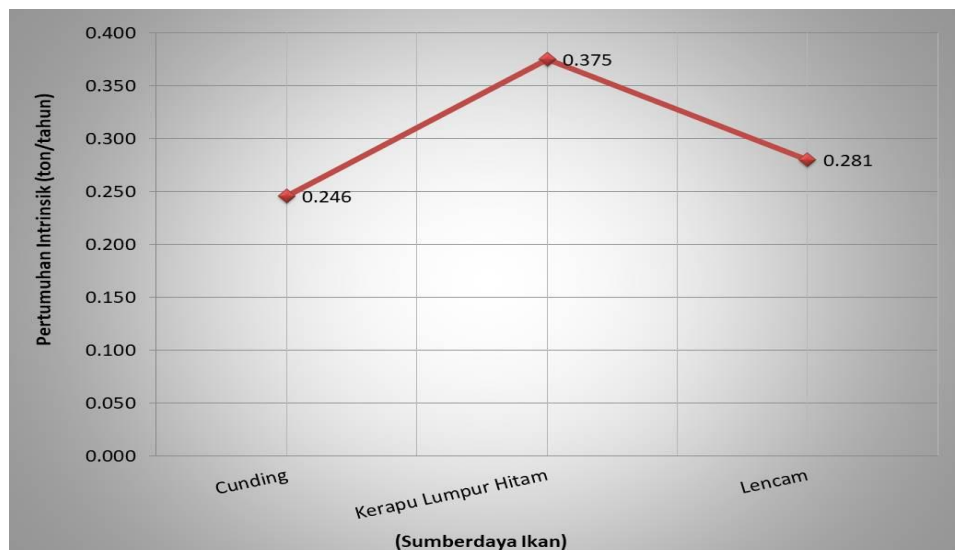


c. Pemanfaatan Optimasi Statis Berdasarkan Rezim Pengelolaan Sumber Daya Ikan Lencam

Gambar 4.17. Korelasi CPUE dan Effort Sumber Daya Ikan Hasil Tangkapan

4.4.3. Analisis Parameter Biologi

Model estimasi yang digunakan dalam melakukan analisis parameter biologi adalah model Algoritma Fox. Model perhitungan digunakan untuk mendapatkan tingkat pertumbuhan intrinsik (r), koefisien daya tangkap (q) dan daya dukung lingkungan (K) pada masing-masing sumber daya perikanan. Berikut hasil model perhitungan algoritma fox pada sumber daya perikanan dapat dilihat pada Gambar 4.18.



Gambar 4.18. Tingkat Pertumbuhan Intrinsik (r) Sumber Daya Ikan.

Tingkat pertumbuhan intrinsik (r), dimana sumber daya ikan pelagis kecil yang dominan tertangkap, akan tumbuh secara alami tanpa ada gangguan dari gejala alam maupun kegiatan manusia, paling tinggi nilai pertumbuhannya sumber daya ikan kerapu lumpur hitam sebesar 0,375 ton per tahun, sementara paling rendah pertumbuhannya sumber daya ikan cunding sebesar 0,246 ton per tahun. Parameter biologi lainnya adalah koefisien daya tangkap dapat dilihat pada Gambar 4.19.



Gambar 4.19. Koefisien Daya Tangkap (q) Tiap Sumber Daya Ikan.

Koefisien daya tangkap (q) yang mengindikasikan bahwa, setiap peningkatan satuan upaya penangkapan, terhadap sumber daya ikan kerapu lumpur hitam akan berpengaruh sebesar 0,0000368 ton per *trip*. Sumber daya ikan yang mengalami tekanan upaya penangkapan paling besar adalah ikan kerapu lumpur hitam sebesar 0,0000368 ton per trip, sedangkan paling rendah tekanannya terhadap stok adalah lencam sebesar 0,0000217 ton per trip, hal ini disebabkan sumber daya lencam merupakan ikan karang yang termasuk hidup bergerombol (*schooling fish*) dan ruayanya tidak jauh, sehingga peluang untuk meloloskan diri dari alat tangkap sangat sukar. Hasil analisis parameter biologi untuk daya dukung lingkungan dapat dilihat pada Gambar 4.20.



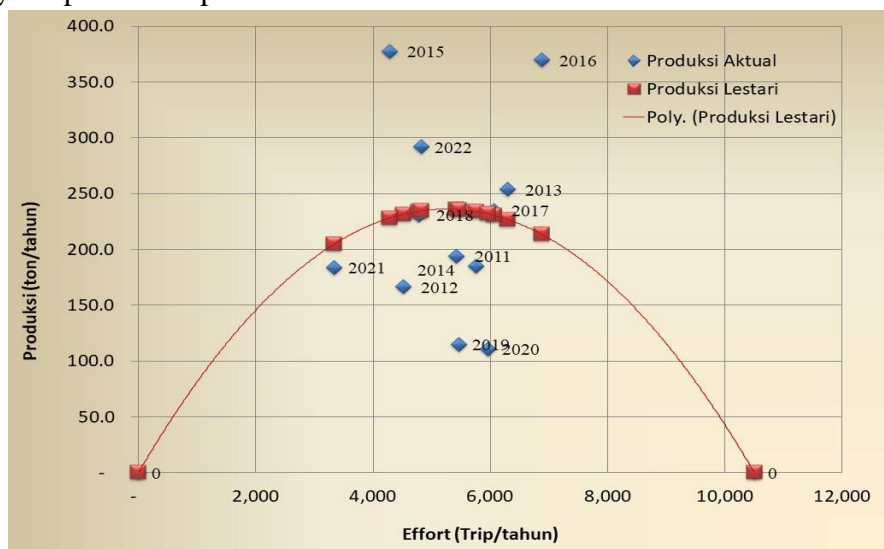
Gambar 4.20. Hasil Analisis Parameter Biologi Daya Dukung Lingkungan (K).

Daya dukung lingkungan (K) yang menunjukkan kemampuan ekosistem mendukung produksi sumber daya ikan dalam satuan ton per tahun. Sumber daya ikan cuning merupakan ikan yang memiliki dukungan ekosistem lingkungan perairan paling tinggi yaitu sebesar 3.843,42 ton per tahun, sedangkan paling rendah adalah ikan lencam sebesar 3.101,88 ton per tahun.

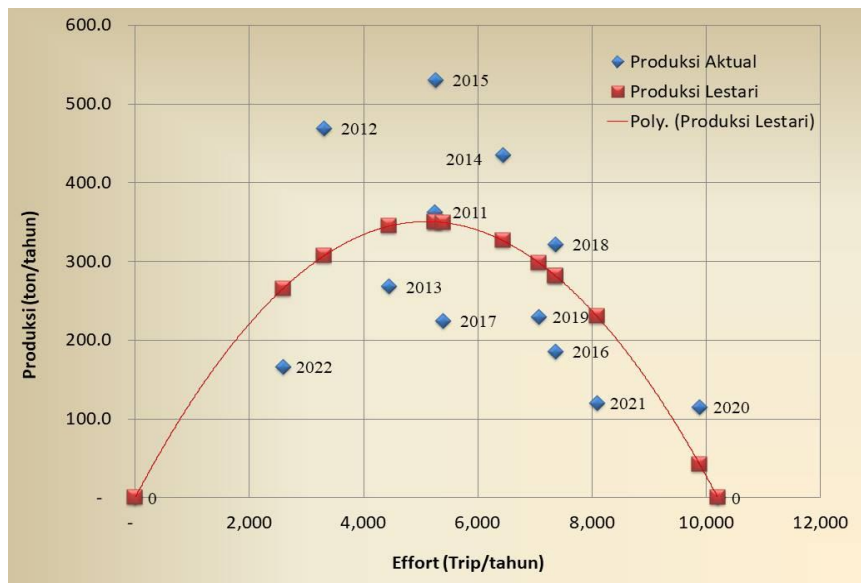
4.4.4. Hasil Analisis Produksi Lestari Sumber Daya Ikan

Produksi lestari merupakan hubungan antara tangkapan dengan upaya penangkapan dalam bentuk kuadratik, dimana upaya penangkapan (*effort*) yang dilakukan maupun hasil tangkapan (*production*) yang diperoleh tidak akan mengancam kelestarian sumber daya perikanan. Estimasi produksi lestari dilakukan dengan cara mensubstitusikan hasil parameter biologi yang telah didapat kedalam persamaan, sehingga diperoleh fungsi produksi lestari atau yang dikenal dengan *sustainable yield-effort curve*.

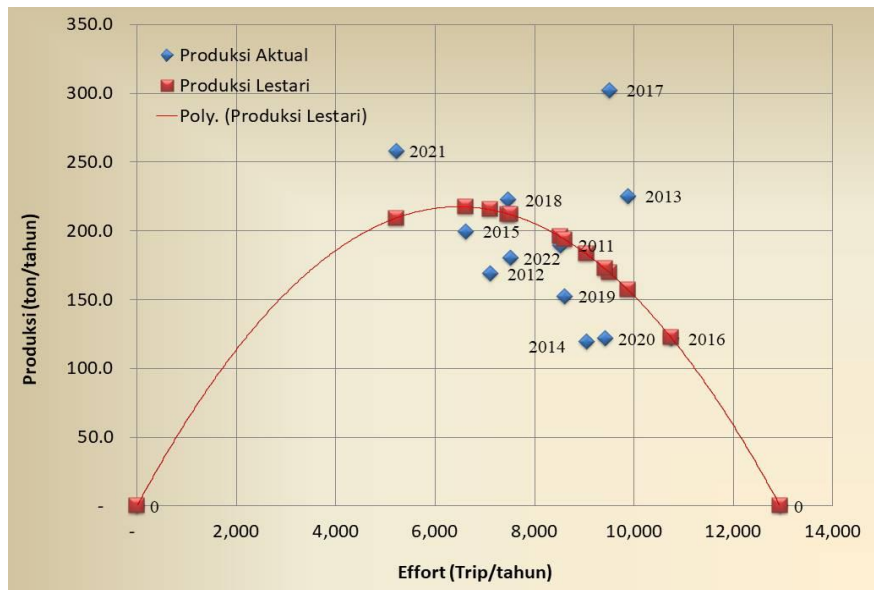
Selama tahun 2011-2022 sebagian besar volume produksi aktual sumber daya ikan pada awal tahun periode di atas, berada di luar kurva produksi lestari, hal ini terlihat pada sumber daya ikan cuning pada tahun 2013, 2015, 2016, 2017 dan 2022, volume produksi aktual berada di luar kurva produksi lestari. Kondisi ini menunjukkan bahwa pada tahun tersebut kemampuan sumber daya ikan pelagis kecil dalam melakukan perbaharuan atau memperbaharui individu sudah mulai berkurang, sehingga secara keseluruhan pemanfaatan sumber daya ikan pelagis kecil dan moluska di perairan pesisir Kabupaten Berau pada tahun tersebut menjurus ke kondisi *overfishing* secara biologi (*biological overfishing*). Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.21.



- a. Kurva Hubungan Produksi Aktual, Produksi Lestari dan *Effort* Sumber Daya Ikan Cuning, Terjadi *Overfishing* atau Produksi Aktual Yang Berada di luar Produksi Lestari Adalah Tahun 2013, 2015, 2016, 2017 dan 2022.



- b. Kurva Hubungan Produksi Aktual, Produksi Lestari dan *Effort* Sumber Daya Cumi, Terjadi *Overfishing* atau Produksi Aktual Yang Berada di luar Produksi Lestari Adalah Tahun 2011, 2012, 2014, 2015 dan 2018



- c. Kurva Hubungan Produksi Aktual, Produksi Lestari dan *Effort* Sumber Daya Ikan Selangit, Terjadi *Overfishing* atau Produksi Aktual Yang Berada di luar Produksi Lestari Adalah Tahun 2013, 2018, 2017 dan 2021

Gambar 4.21. Kurva Hubungan Produksi Aktual, Produksi Lestari dan *Effort* Sumber Daya Ikan Hasil Tangkapan, Tahun Terjadi *Overfishing* atau Produksi Aktual Yang Berada di luar Produksi Lestari

Beberapa spesies yang dominan dan selalu tertangkap terdapat tiga spesies yaitu cunding, kerapu lumpur hitam dan lencam, yang paling tinggi tingkat biomasa (x) pada kondisi pengelolaan *sole owner* atau *maximum economic yield* (MEY) adalah ikan kerapu lumpur hitam, diikuti cunding dan lencam. Sumber daya ikan kerapu lumpur hitam biomasanya sebesar 797,81 ton per tahun, *open access* (OA) sebesar 0,21 ton per tahun dan *maximum sustainable yield* (MSY) sebesar 797,70 ton per tahun, diikuti sumber daya ikan cunding dan lencam masing-masing sebesar 790,66 ton/tahun dan 634,25 ton per tahun. Perbandingan antar sumber daya ikan yang dominan dan selalu tertangkap dapat dilihat pada Tabel 4.7 di bawah hasil analisis optimasi statik dari pemanfaatan sumber daya perikanan di perairan pesisir Kabupaten Berau.

Tabel 4.7. Hasil Analisis Optimasi Statik Pemanfaatan Sumber Daya Ikan

Pemanfaatan Sumber daya		Rezim Pengelolaan			
		Aktual	<i>Sole Owner</i> / MEY	<i>Open Access</i> (OA)	MSY
Cunding	Biomasa (x) (ton)		790.66	0.69	790.31
	Produksi (h) (ton)	1,914	236.20	0.41	236.20
	<i>Effort</i> (E) (trip)	41,574	5,249	10,498	5,251
	π (juta Rp)	10,098	1,246.02	0.00	1,246.02
Kerapu Lumpur Hitam	Biomasa (x) (ton)		797.81	0.21	797.70
	Produksi (h) (ton)	1,894.05	350.56	0.19	350.56
	<i>Effort</i> (E) (trip)	53,012	5,101	10,202	5,102
	π (juta Rp)	9,995.31	1,850.45	0.00	1,850.45
Lencam	Biomasa (x) (ton)		634.25	0.99	633.76
	Produksi (h) (ton)	1558.6	217.52	0.68	217.52
	<i>Effort</i> (E) (trip)	65,079	6,466	12,932	6,471
	π (juta Rp)	8,211.25	1,146.72	-	1,146.72

Sumber : Data Primer, 2022.

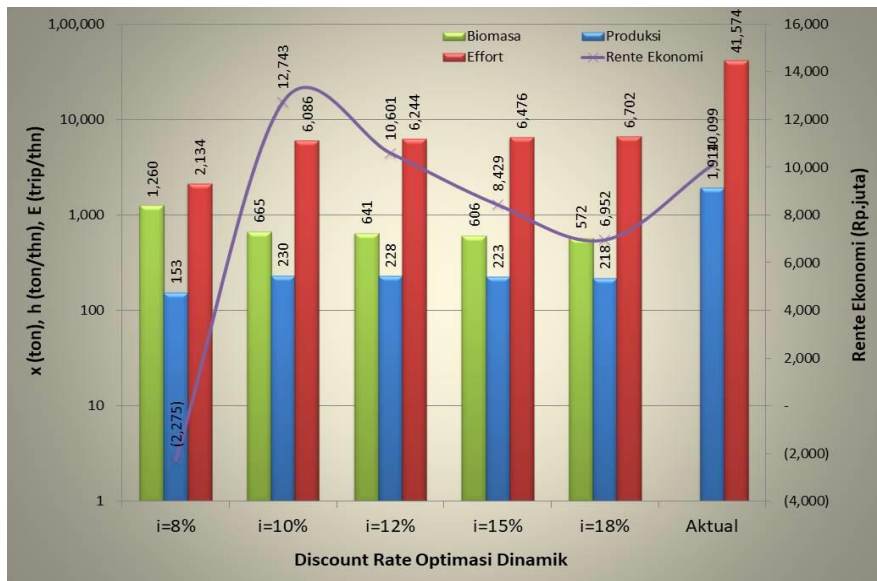
Tingkat produksi (h) aktual sumber daya ikan selama rentang waktu 2011-2022 sebesar 1.894,05 ton. Tingkat produksi (h) aktual ini memiliki nilai yang jauh lebih besar jika dibandingkan dengan tingkat produksi (h) optimal, yaitu 350,56 ton per tahun (*sole owner* atau *maximum economic yield*) dan *maximum sustainable yield* (MSY) sebesar 350,56 ton serta lebih tinggi dari *open access* (OA) sebesar 0,19 ton per tahun. Pada *effort* aktual (E) sumber daya ikan, selama tahun 2011-2022 memiliki nilai *effort* yang lebih besar dari tingkat *effort* optimal. Nilai *effort* (E) pada kondisi aktual sebanyak 53.012 trip total kurun tahun tersebut di atas, sedangkan nilai *effort* pada pada *sole owner* atau *maximum economic yield* sebanyak 5.101 trip dan *maximum sustainable yield* (MSY) sebanyak 5.102 trip. Selain itu nilai *effort* aktual memiliki nilai *effort* lebih tinggi dari nilai *effort open*

access (OA) yaitu sebanyak 10.202 trip. Tingkat keuntungan atau rente optimal yang bisa diperoleh sebesar Rp.1.850,45 juta per periode pada kondisi pengelolaan *sole owner* atau *maximum economic yield* dan Rp.1.850,45 juta per tahun pada kondisi pengelolaan *maximum sustainable yield* (MSY). Berdasarkan kondisi di lapangan dimana tingkat keuntungan atau rente aktual sebesar Rp.9.995,31 per tahun, maka dapat dilihat selisih jumlah keuntungan yang sangat besar. Selisih jumlah rente ini disebabkan oleh belum optimalnya jumlah produksi hasil tangkapan dan tingkat *effort*. Hal ini jika terus dibiarkan akan mengakibatkan sumber daya ikan akan mengarah pada kondisi *overfishing* secara ekonomi (*economical overfishing*). Upaya-upaya pengelolaan harus segera dilakukan agar kelestarian sumber daya ikan tidak terganggu.

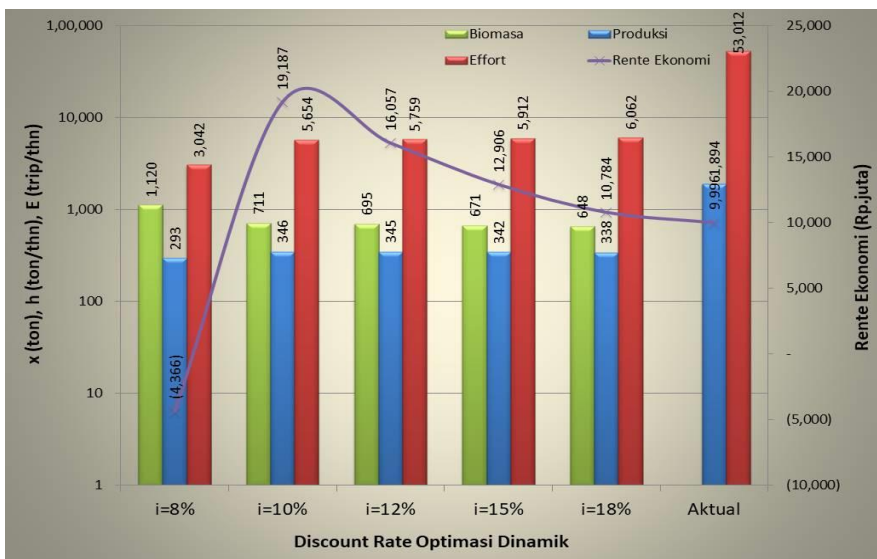
4.4.5. Analisis Optimasi Dinamik Pemanfaatan Sumber Daya Perikanan

Analisis optimasi dinamik pemanfaatan sumber daya perikanan dilakukan karena tangkapan (*yield*) dan upaya penangkapan (*effort*) pada kegiatan perikanan tidak bersifat statis. Kegiatan perikanan bergerak mengikuti perubahan-perubahan yang terjadi pada sumber daya dan faktor eksternal lainnya. Aspek pemanfaatan sumber daya perikanan dengan pendekatan model dinamik bersifat intertemporal, maka dalam menganalisis aspek tersebut dijumpai dengan penggunaan *discount rate*, dimana *discount rate* yang digunakan dalam penelitian ini mengikuti pendekatan Kula, yaitu 18%, dan *discount rate* dari World Bank yaitu 8%, 10%, 12%, 15% dan 18%.

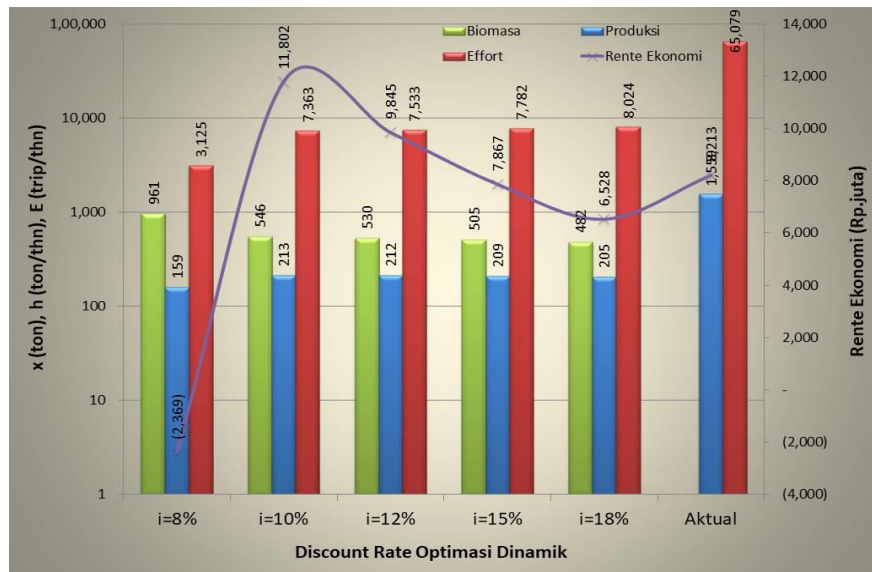
Nilai *discount rate* digunakan dalam menghitung tingkat pemanfaatan optimal dinamik pada masing-masing sumber daya ikan yaitu sumber daya ikan cuning, kerapu lumpur hitam dan lencam. Hasil estimasi tingkat *discount rate* pada masing-masing sumber daya ikan dapat dilihat pada Gambar 4.22.



a. Hasil Analisis Optimasi Dinamik Sumber Daya Ikan Cuning, Rente Ekonomi Paling Tinggi Dibanding Rente Ekonomi Aktual Pada *Discount Rate* $i=10\%$ dan $i=12\%$



b. Hasil Analisis Optimasi Dinamik Sumber Daya Ikan Kerapu Lumpur Hitam Rente Ekonomi Paling Tinggi Dibanding Rente Ekonomi Aktual Pada *Discount Rate* $i=10\%$, $i=12\%$, $i=15\%$ dan $i=18\%$



- c. Hasil Analisis Optimasi Dinamik Sumber Daya Ikan Lencam, Rente Ekonomi Paling Tinggi Dibanding Rente Ekonomi Aktual Pada *Discount Rate* $i=10\%$ dan $i=12\%$

Gambar 4.22. Hasil Analisis Optimasi Dinamik Sumber Daya Ikan Hasil Tangkapan , Rente Ekonomi Paling Tinggi Dibanding Rente Ekonomi Aktual Pada *Discount Rate* Berbeda

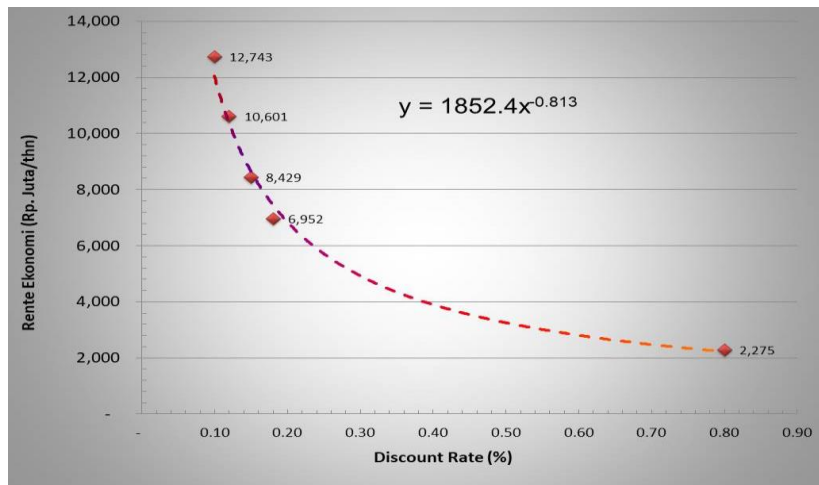
Pada Gambar 4.22 dapat dilihat perbandingan pemanfaatan sumber daya ikan pada kondisi aktual dan kondisi optimal dinamik dengan tingkat *discount rate* yang berbeda. Berdasarkan tingkat volume produksi, maka tingkat volume produksi yang dapat diperoleh, jika pemanfaatan menggunakan optimal dinamik akan jauh lebih besar, jika dibandingkan dengan tingkat volume produksi pada pemanfaatan aktual, sedangkan dari sisi tingkat upaya (*effort*), menunjukkan tingkat upaya (*effort*) yang dilakukan pada kondisi optimal dinamik jauh lebih banyak dari tingkat upaya (*effort*) pada kondisi aktual. Hal yang berbeda terjadi pada rente ekonomi, dimana rente ekonomi yang diperoleh, pada kondisi aktual jauh lebih kecil daripada pemanfaatan sumber daya ikan pada kondisi optimal dinamik. Kondisi ini menunjukkan bahwa pemanfaatan sumber daya ikan di perairan pesisir Kabupaten Berau belum optimal, sehingga harus dilakukan langkah-langkah dalam mengatasinya, seperti meningkatkan upaya penangkapan (*effort*) dengan tetap menjaga kelestarian sumber daya ikan di perairan pesisir Kabupaten Berau, guna memperoleh rente ekonomi optimal dan kelestarian sumber daya tetap terjaga. Berikut perbandingan pemanfaatan sumber daya ikan pada kondisi aktual dan kondisi optimal dinamik dengan tingkat *discount rate* yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 4.8 dan hubungan tingkat *discount rate* dan rente ekonomi optimal dinamik sumber daya ikan hasil tangkapan selama kurun 2011-2022.

Tabel 4.8. Perbandingan Pemanfaatan Sumber Daya Ikan Pada Kondisi Aktual dan Kondisi Optimal Dinamik dengan Tingkat *Discount Rate* Yang Berbeda.

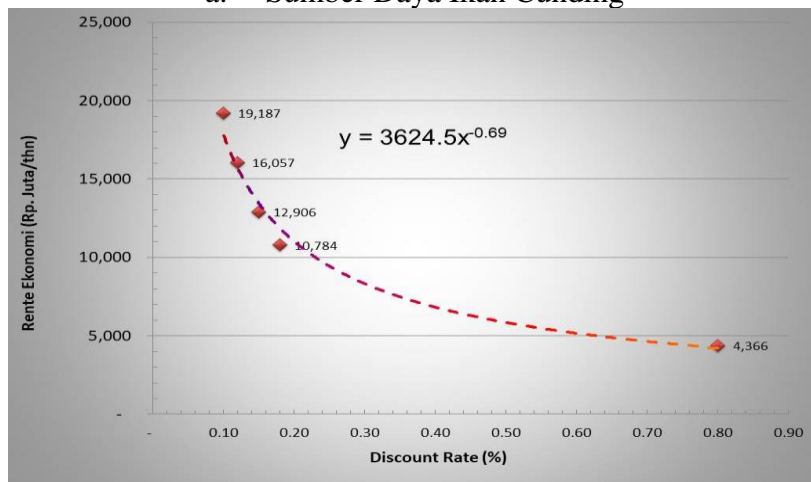
Pemanfaatan Sumber Daya		Discount rate					Aktual
		Optimal Dinamik (i=8)	Optimal Dinamik (i=10)	Optimal Dinamik (i=12)	Optimal Dinamik (i=15)	Optimal Dinamik (i=18)	
Cunding	Biomasa (<i>x</i>) (ton)	1,259.5	664.7	640.9	606.0	572.0	
	Produksi (<i>h</i>) (ton)	152.9	230.2	227.8	223.4	218.2	1,914.2
	Effort (<i>E</i>) (trip)	2,133.6	6,085.7	6,243.8	6,475.7	6,701.6	41,573.7
	π (juta Rp)	(2,275.0)	12,742.6	10,601.1	8,429.4	6,952.5	10,099.1
Kerapu Lumpur Hitam	Biomasa (<i>x</i>) (ton)	1,119.8	711.3	695.0	671.0	647.6	
	Produksi (<i>h</i>) (ton)	293.4	346.4	344.7	341.7	338.2	1,894.1
	Effort (<i>E</i>) (trip)	3,042.0	5,654.2	5,758.7	5,912.1	6,061.6	53,012.0
	π (juta Rp)	(4,365.7)	19,187.4	16,057.3	12,905.7	10,784.0	9,995.9
Lencam	Biomasa (<i>x</i>) (ton)	961.5	546.3	529.7	505.4	481.7	
	Produksi (<i>h</i>) (ton)	159.4	213.4	211.7	208.6	205.0	1,558.6
	Effort (<i>E</i>) (trip)	3,124.9	7,363.5	7,533.0	7,781.7	8,023.9	65,078.5
	π (juta Rp)	(2,369.4)	11,802.1	9,845.1	7,866.9	6,527.6	8,213.4

Sumber : Data Primer, 2022.

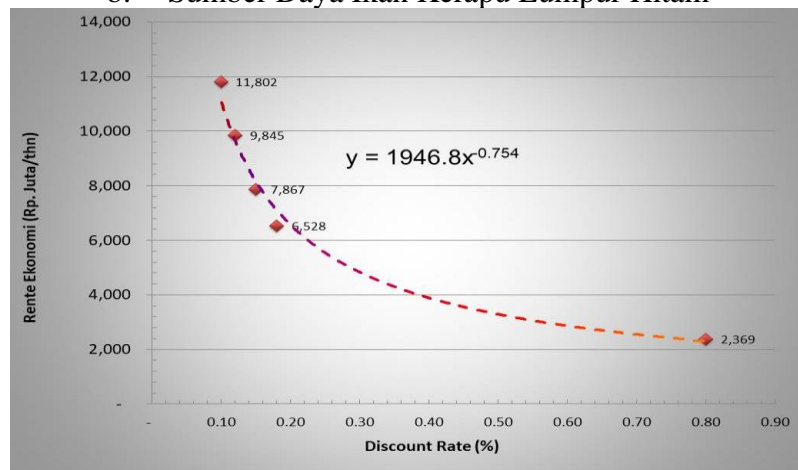
Tingkat volume produksi aktual pada pemanfaatan sumber daya ikan cunding sebesar 1.914,2 ton, lebih besar dari tingkat volume produksi optimal dinamik pada *discount rate* 8% (152,9 ton), 10% (230,2 ton), 12% (227,8 ton), 15% (223,4 ton) dan 18% (218,2 ton). Pada tingkat upaya (*effort*) yang dilakukan pada kondisi optimal dinamik jauh lebih kecil dari tingkat upaya (*effort*) pada kondisi aktual. Hal yang berbeda terjadi pada rente ekonomi, dimana rente ekonomi yang diperoleh pada kondisi aktual jauh lebih kecil daripada pemanfaatan sumber daya ikan cunding pada kondisi optimal dinamik pada *discount rate* 10% (Rp.12.742,6 juta) dan 12% (Rp.10.601,1 juta). Kondisi ini menunjukkan, bahwa pemanfaatan sumber daya ikan cunding di perairan pesisir Kabupaten Berau belum optimal, sehingga harus dilakukan langkah-langkah dalam mengatasinya, seperti mengurangi upaya penangkapan (*effort*) agar rente ekonomi tanpa meninggalkan kelestarian sumber daya ikan di pesisir Kabupaten Berau dapat optimal dan terjaga. Hubungan tingkat *discount rate* dengan rente ekonomi tiap sumber daya ikan dapat dilihat pada Gambar 4.23.



a. Sumber Daya Ikan Cuning



b. Sumber Daya Ikan Kerapu Lumpur Hitam



c. Sumber Daya Ikan Lencam

Gambar 4.23. Hubungan Tingkat *Discount Rate* dan Rente Ekonomi Optimal Dinamik Sumber Daya Ikan Hasil Tangkapan

Sementara pada spesies hasil tangkapan lainnya, untuk tingkat volume produksi aktual pada pemanfaatan sumber daya ikan kerapu lumpur hitam sebesar 1.894,1 ton, lebih besar dari tingkat volume produksi optimal dinamik pada *discount rate* 8% (293,4 ton), *discount rate* 10% (346,4 ton), 12% (344,7 ton), 15% (341,7 ton) dan 18% (338,2 ton). Pada tingkat upaya (*effort*) yang dilakukan pada kondisi optimal dinamik jauh lebih kecil dari tingkat upaya (*effort*) pada kondisi aktual. Hal yang berbeda terjadi pada rente ekonomi, dimana rente ekonomi yang diperoleh pada kondisi aktual jauh lebih kecil daripada pemanfaatan sumber daya ikan kerapu lumpur hitam pada kondisi optimal dinamik pada *discount rate* 10% (Rp.19.187,4 juta), 12% (Rp.16.057 juta), 15% (Rp.12.905,7 juta) dan 18% (Rp.10.784,0 juta), hubungan *discount rate* dan rente ekonomi dapat dilihat pada Gambar 4.23 Pemanfaatan sumber daya ikan lele pada kondisi aktual dan kondisi optimal dinamik dengan tingkat *discount rate* yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Berdasarkan tingkat volume produksi, maka tingkat volume produksi yang dapat diperoleh jika pemanfaatan menggunakan optimal dinamik akan lebih kecil jika dibandingkan dengan tingkat volume produksi pada pemanfaatan aktual, sedangkan dari sisi tingkat upaya (*effort*) menunjukkan tingkat upaya (*effort*) yang dilakukan pada kondisi optimal dinamik lebih sedikit dari tingkat upaya (*effort*) pada kondisi aktual. Kondisi ini menunjukkan bahwa pemanfaatan sumber daya ikan lele di pesisir Kabupaten Berau belum optimal, sehingga harus dilakukan langkah-langkah dalam mengatasinya, seperti meningkatkan upaya penangkapan (*effort*) dengan tetap menjaga kelestarian sumber daya ikan lele di pesisir Kabupaten Berau guna memperoleh rente ekonomi optimal dan kelestarian sumber daya tetap terjaga. Tingkat *discount rate* yang tinggi akan mendorong semakin lajunya tingkat *effort* dan sebaliknya tingkat *discount rate* yang rendah akan memperlambat laju tingkat *effort*. Secara umum tingkat *discount rate* yang lebih rendah dapat menghasilkan *optimal yield* dan *optimal biomass* yang lebih tinggi dan apabila tingkat *discount rate* turun hingga ke level 0, maka analisis dinamik pada sumber daya ikan ini identik dengan analisis statik pada pengelolaan *sole owner* atau *maximum economic yield* (MEY).

Tingkat *discount rate* yang tinggi akan memacu eksploitasi sumber daya ikan yang lebih ekstraktif dan dampaknya akan mempertinggi tekanan terhadap sumber daya ikan. Jika tingkat *discount rate* semakin tinggi hingga tak terhingga, maka analisis dinamik pada sumber daya ikan ini akan sama dengan analisis statik pada pengelolaan *open access* (OA), sehingga keadaan ini akan mengakibatkan terjadinya degradasi yang menjurus kepada kepunahan sumber daya ikan. Hal yang sama juga terlihat pada rente ekonomi yang diperoleh, dimana rente ekonomi yang diperoleh akan semakin besar apabila semakin rendahnya tingkat *discount rate*, sebaliknya jika tingkat *discount rate* semakin tinggi maka akan membuat rente

ekonomi yang diperoleh semakin kecil. Artinya bahwa ekstraksi sumber daya ikan secara berlebihan saat ini dengan nilai rente ekonomi yang diterima, untuk waktu jangka panjang ternyata tidak memberikan nilai rente yang optimal. Peningkatan upaya yang berlebihan akan mengakibatkan peningkatan terhadap biaya yang dikeluarkan. Hal ini berimplikasi terhadap laju degradasi sumber daya ikan yang semakin cepat.

4.4.6. Analisis Laju Degradasi dan Laju Depresiasi

Degradasi dan depresiasi sumber daya dapat diartikan sebagai penurunan nilai dari sumber daya baik secara kuantitas maupun kualitas dan manfaat secara ekonomi sebagai dampak dari pemanfaatan sumber daya tersebut. Jika nilai koefisien degradasi dan depresiasi suatu sumber daya berada pada kisaran nilai toleransi yaitu 0 hingga 0,50 maka suatu sumber daya dapat dikatakan belum mengalami degradasi dan depresiasi. Hasil analisis laju degradasi dan laju depresiasi pada sumber daya ikan dapat dilihat pada Tabel 4.9.

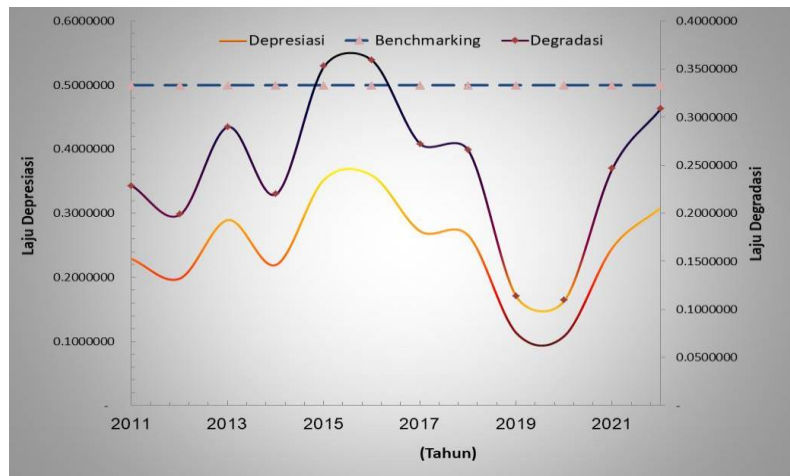
Nilai koefisien laju degradasi dan depresiasi pada sumber daya ikan cunding selama kurun 2011-2022 rata-rata tiap tahunnya mencapai 0,2474945 dan 0,2474613. Nilai koefisien ini lebih kecil dari nilai toleransi koefisien laju degradasi dan laju depresiasi. Hal ini menunjukkan bahwa sumber daya ikan cunding di perairan pesisir Kabupaten Berau selama tahun 2011-2022 belum mengalami degradasi dan depresiasi, namun peningkatan nilai koefisien laju degradasi dan laju depresiasi pada tahun 2015 dan 2016 mulai terlihat, dimana pada tahun tersebut nilai koefisien laju degradasi masing-masing sebesar 0,3532834 dan 0,3594755, sementara nilai koefisien laju depresiasi masing-masing sebesar 0,3533197 dan 0,3595397 telah mendekati dan belum melampaui nilai toleransi. Tindakan preventif pada pemanfaatan sumber daya ikan harus segera dilakukan agar nilai degradasi dan depresiasi tidak semakin tinggi. Berikut trend kurva hasil analisis laju degradasi dan depresiasi terhadap 3 spesies, terlihat pola yang berbeda pada Gambar 4.24, pada beberapa spesies hampir mendekati, tetapi belum melampaui batas toleransi degradasi dan depresiasi akibat tekanan penangkapan oleh nelayan dan mortalitas alami di perairan pesisir Kabupaten Berau.

Tabel 4.9. Hasil Analisis Laju Degradasi dan Laju Depresiasi pada Pemanfaatan Sumber Daya Ikan di Perairan Kabupaten Berau

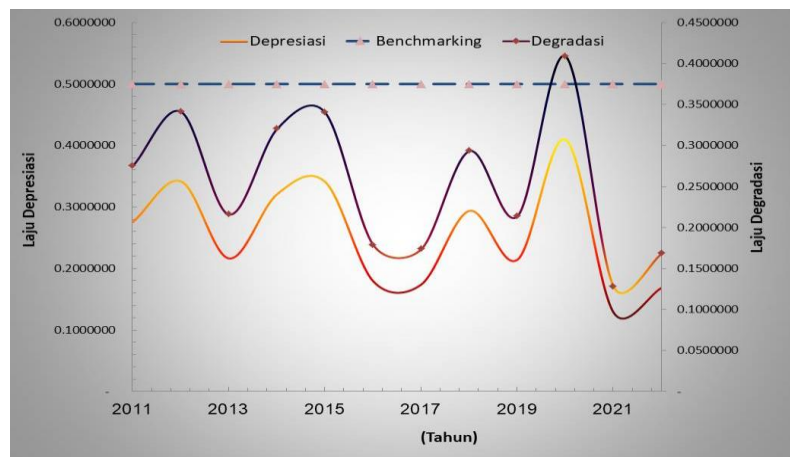
Sumberdaya Ikan		Tahun											
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Cunding	h Produksi Aktual (ton)	194.15	166.43	253.77	185.24	377.30	369.56	234.96	230.67	114.95	110.77	184.03	291.94
	h Produksi Lestari (ton)	235.94	231.65	226.86	234.07	228.13	213.47	230.62	234.25	235.83	231.86	204.88	234.62
	π Aktual (juta Rp)	849.3	753.3	1,197.9	883.7	1,817.5	1,895.7	1,267.0	1,533.4	505.6	532.9	933.4	1,522.1
	π Lestari (juta Rp)	1,032.3	1,048.8	1,070.8	1,116.9	1,098.7	1,094.5	1,243.6	1,557.2	1,038.2	1,116.5	1,039.2	1,223.0
	Laju Degradasi	0.2287760	0.1991048	0.2902968	0.2203564	0.3532834	0.3594755	0.2725875	0.2659022	0.1138880	0.1097625	0.2472572	0.3092438
	Laju Depresiasi	0.2287384	0.1990446	0.2903160	0.2203066	0.3533197	0.3595397	0.2725908	0.2659000	0.1137095	0.1095587	0.2472437	0.3092684
Kerapu LH	h Produksi Aktual (ton)	362.50	469.10	268.00	435.30	530.70	185.53	224.50	321.60	229.80	115.00	120.40	166.52
	h Produksi Lestari (ton)	350.28	307.47	344.74	326.51	350.20	282.06	349.39	282.06	298.23	42.15	230.38	265.47
	π Aktual (juta Rp)	1,586.9	2,125.0	1,265.9	2,078.5	2,557.1	951.7	1,211.2	2,138.6	1,012.0	553.5	610.4	868.5
	π Lestari (juta Rp)	1,533.4	1,392.7	1,628.5	1,558.9	1,687.2	1,447.2	1,885.3	1,875.6	1,313.5	202.4	1,168.5	1,384.7

Sumberdaya Ikan		Tahun											
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	Laju Degradasi	0.2756226	0.3417629	0.2164709	0.3208019	0.3407657	0.1794161	0.1741752	0.2937872	0.2145368	0.4093859	0.1285970	0.1687904
	Laju Depresiasi	0.2756242	0.3417720	0.2164575	0.3208153	0.3407783	0.1793657	0.1741433	0.2937969	0.2145112	0.4096048	0.1284828	0.1687689
Lencam	h Produksi Aktual (ton)	189.60	168.90	225.10	119.40	199.60	121.70	302.10	222.60	152.30	121.70	258.30	180.30
	h Produksi Lestari (ton)	195.72	215.47	157.43	183.27	217.42	122.64	169.73	212.36	193.81	172.59	209.30	211.87
	π Aktual (juta Rp)	828.5	763.7	1,061.3	568.2	960.4	622.1	1,628.1	1,478.5	669.2	584.4	1,309.7	938.7
	π Lestari (juta Rp)	855.3	974.6	741.6	873.3	1,046.2	626.9	913.7	1,410.4	852.1	829.7	1,061.0	1,103.4
	Laju Degradasi	0.2626424	0.2182779	0.3319471	0.1772713	0.2517573	0.2674276	0.3631223	0.2780807	0.2188253	0.1949522	0.3078306	0.2359388
	Laju Depresiasi	0.2626291	0.2181843	0.3320855	0.1769915	0.2517309	0.2674212	0.3632731	0.2780954	0.2187006	0.1947117	0.3078691	0.2358765

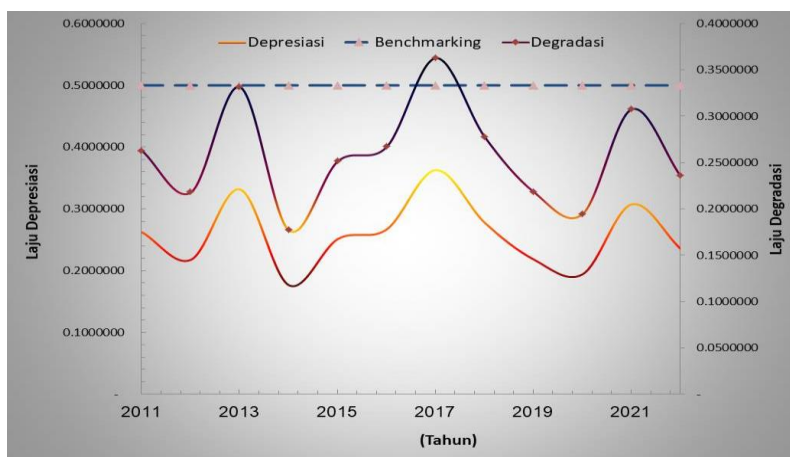
Sumber : Data Primer, 2022.



a. Trend Laju Degradasi dan Depresiasi Sumber Daya Ikan Cunding



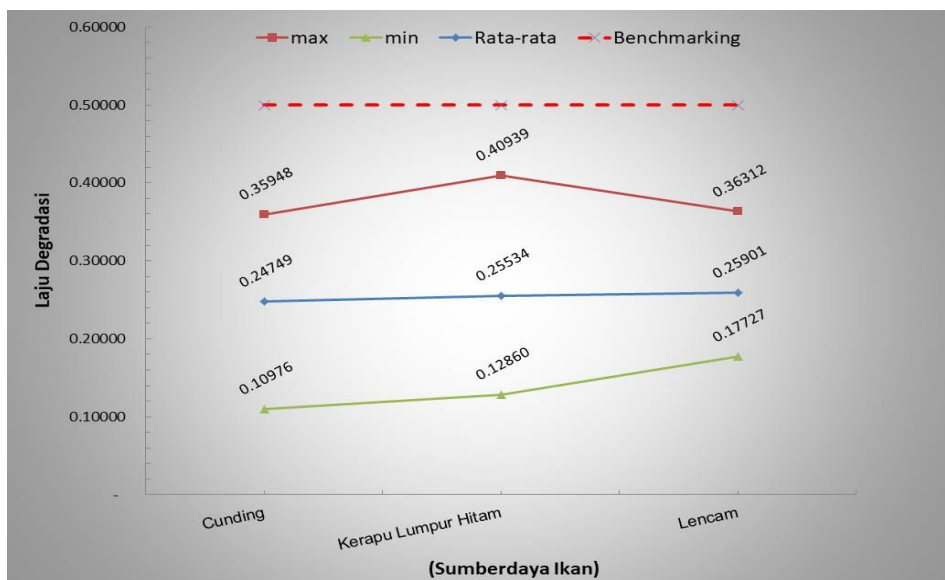
b. Trend Laju Degradasi dan Depresiasi Sumber Daya Ikan Kerapu Lumpur Hitam



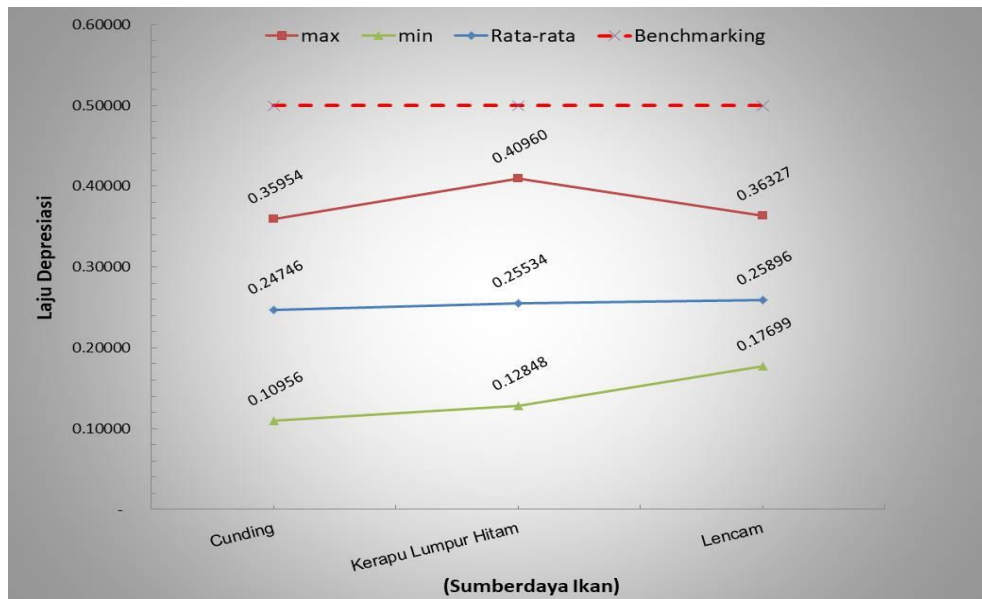
c. Trend Laju Degradasi dan Depresiasi Sumber Daya Ikan Lencam

Gambar 4.24. Kurva Trend Laju Degradasi dan Depresiasi Sumber Daya Ikan yang Dominan Tertangkap di Perairan Kabupaten Berau.

Secara keseluruhan dalam pemanfaatan sumber daya ikan ke 3 spesies selama kurun 2011-2022 berada dalam zona aman yang ditunjukkan pada nilai koefisien laju degradasi dan laju depresiasi yang lebih rendah dari nilai koefisien standar (*bench marking*). Namun untuk pemanfaatan sumber daya nilai koefisien degradasi maksimal belum melewati batas toleransi yaitu sebesar 0,4093859 dan rata-rata 0,2553427, begitu juga nilai koefisien maksimal depresiasi masing-masing sebesar 0,4096048 dan rata-rata 0,2553427. Pola grafik laju degradasi dan laju depresiasi pada sumber daya ikan hampir sama, karena besaran nilai keduanya yang tidak jauh berbeda, dimana menurun atau meningkatnya nilai koefisien laju degradasi selalu diikuti pula oleh menurun atau meningkatnya nilai koefisien laju depresiasi, dimana hal ini mengindikasikan bahwa kondisi biologi sumber daya ikan akan sangat berpengaruh pada tingkat rente ekonomi yang akan diperoleh nelayan di pesisir Kabupaten Berau. Untuk lebih jelasnya pola kurva degradasi dan depresiasi dengan nilai koefisien maksimal, minimal dan rata-rata serta *benchmarking* dapat dilihat pada Gambar 4.25 di bawah ini.



Gambar 4.25. Laju Degradasi dengan Nilai Koefisien Maksimal, Minimal, Rata-Rata dan *Benchmarking*.



Gambar 4.26. Laju Depresiasi dengan Nilai Koefisien Maksimal, Minimal, Rata-Rata dan *Benchmarking*.

4.5. Rencana Langkah terkait Pengelolaan Perikanan

4.5.1. Indikator dan Angka Acuan

Untuk mengukur kinerja dalam mencapai tujuan operasional pengelolaan digunakan indikator ukuran panjang ikan pertama kali tertangkap, ukuran panjang ikan rata-rata, hasil tangkapan per unit upaya penangkapan, rasio potensi pemijahan dan biomasa ikan relatif. Indikator capaian tersebut dipilih setelah mempertimbangkan data yang dapat dikumpulkan.

Angka acuan yang diharapkan dicapai pada tahun 2025 ditentukan berdasarkan status stok ikannya. Sebagian besar species kakap dan kerapu dalam kondisi dimanfaatkan berlebih, oleh karena itu, sasaran dari upaya pemulihan stok ikan yang dimanfaatkan berlebih adalah meningkatnya stok ikan sehingga dapat menghasilkan produksi pada tingkat MSY (Annex II of UNGA, 1995; Restrepo et al., 1998; Purwanto *et al.*, 2020).

Tabel 4.10. Indikator dan angka acuan untuk mengukur capaian dalam pengelolaan perikanan kakap, kerapu dan ketamba di perairan Kabupaten Berau

Tujuan Operasional	Indikator	Acuan Sasaran	Status Spesies Stok Yang Dikelola
Mencegah dan menurunkan hasil tangkapan ikan juvenil, tidak layak tangkap	<ul style="list-style-type: none"> Panjang ikan pertama kali tertangkap Panjang ikan rata-rata 	<ul style="list-style-type: none"> L_{c-opt} L_{opt} 	<ul style="list-style-type: none"> Spesies ditangkap berlebih Spesies belum ditangkap berlebih, hingga yang dimanfaatkan pada L_{c-opt}
Memulihkan kelimpahan stok ikan kakap dan kerapu	Biomasa ikan relatif (B_t/B_{MSY})	<ul style="list-style-type: none"> $B_t/B_{MSY} = 1,0$ $B_t/B_{MSY} = 1,1$ 	<ul style="list-style-type: none"> Spesies ditangkap berlebih Spesies belum ditangkap berlebih, hingga dimanfaatkan penuh, ($1,0 \leq (B_t/B_{MSY}) < 1,1$)
Meningkatkan hasil tangkapan per kapal	Hasil tangkapan per unit upaya penangkapan (CPUE)	Meningkat 10% dalam 5 tahun	

Bagi stok ikan yang dimanfaatkan berlebih, pengelolaannya diarahkan untuk pemulihan kondisi stok dengan acuan sasaran panjang optimum dari ikan pertama kali tertangkap (L_{c-opt}). Angka acuan untuk masing-masing jenis ikan tersebut disajikan dalam tabel di bawah. Biomasa ikan yang dimanfaatkan berlebih ditargetkan meningkat sehingga dapat menghasilkan produksi pada tingkat MSY, karena itu angka acuan biomasa relatif adalah $B_t/B_{MSY} = 1$. Hasil tangkapan per satuan upaya penangkapannya diharapkan meningkat 10% diakhir tahun kelima dari upaya pemulihan kondisi stok ikan tersebut (Purwanto *et al.*, 2020).

Tabel 4.11. Angka Acuan untuk Rencana Pengelolaan Perikanan Famili *Lutjanidae*, *Serranidae* dan *Lethrinidae*

No.	Nama Lokal Ikan	Parameter Angka Acuan Pengelolaan						
		Effort MSY (Trip/Th)	Biomassa MSY (Ton/km ²)	hMSY (Ton/Th)	Biomassa Saat Virgin Level (K) (Ton)	Koefisien Kemampuan Tangkap (q)	Intrinsic Growth Rate (r)	CPUE (Ton/Trip)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(8)	(8)	(9)
1.	Cunding (<i>Lutjanus gibbus</i>)	5.251	790,31	236,20	1.580,62	0,000056914 61	0,5977	0,04411
2.	Kerapu Lumpur Hitam (<i>Aethaloperca roga</i>)	5.102	797,70	350,56	1.595,4	0,000086140 51	0,8789	0,05611
3.	Lencam (<i>Lethrinus lentjan</i>)	6.471	633,76	217,52	1.267,51	0,000053041 56	0,6864	0,02411

Sumber : Data Primer Diolah, 2022

Tabel 4.12. Angka acuan untuk spesies ikan target dalam kondisi dimanfaatkan berlebih

No.	Nama Lokal Ikan	Panjang Infinity L_{∞} (cm)	Panjang Optimum L_{maks} (cm)	Acuan Panjang Layak Tangkap $\frac{1}{2} L_{\infty}$ (cm)	Panjang Ikan Pertama Kali Ditangkap $L_{50\%}$ (cm)	Biomassa MSY (Ton/km ²)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1.	Cunding (<i>Lutjanus gibbus</i>)	37,85	41	18,92	28,39	790,31
2.	Kerapu Lumpur Hitam (<i>Aethaloperca roga</i>)	45,20	42	22,60	17,11	797,70
3.	Lencam (<i>Lethrinus lentjan</i>)	30,50	35	15,25	19,46	633,76

Sumber : Data Primer Diolah, 2022

Sementara itu, bagi stok ikan yang tidak dimanfaatkan berlebih, pengelolaannya diarahkan untuk pemulihan kondisi stok dengan acuan sasaran panjang optimum dari ikan yang tertangkap (L_{maks}). Angka acuan untuk masing jenis ikan tersebut disajikan dalam tabel di atas. Biomasa ikan yang tidak dimanfaatkan berlebih ditargetkan meningkat sehingga dapat menghasilkan produksi pada tingkat MSY, karena itu angka acuan biomasa relatif $Bt/B_{MSY} = 1,1$. Hasil tangkapan per satuan upaya penangkapannya diharapkan meningkat 10% diakhir tahun kelima dari upaya pemulihan kondisi sumberdaya ikan tersebut.

Tabel 4.13. Panjang ikan optimum serta status stok ikan dan perikanan kakap, kerapu dan ketamba di perairan laut Kabupaten Berau Tahun 2022

No.	Nama Lokal Ikan	Panjang Ikan Optimum (cm)		Status stok dan kondisi perikanan tahun 2022			
		Pertama kali tertangkap (cm)	Rata-rata yang tertangkap (cm)	Biomasa ikan relatif (B/B _{MSY}) (ton/km ²)	Intensitas eksploitasi (E)	Kondisi Stok	Kondisi Perikanan
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1.	Cunding (<i>Lutjanus gibbus</i>)	28,39	34,02	36,43	11,10	Over exploited	Over fishing
2.	Kerapu Lumpur Hitam (<i>Aethaloperca roгаа</i>)	17,11	37,25	3,84	3,65	Under exploited	Under fishing
3.	Lencam (<i>Lethrinus lentjan</i>)	19,46	25,94	0,09	1,31	Under exploited	Under fishing

Sumber : Data Primer Diolah, 2022

Ikan kakap (famili *Lutjanidae*), kerapu (*Serranidae*) dan ketamba (*Lethrinidae*) yang menjadi fokus dalam kajian stok berbasis data komposisi panjang di perairan Laut Kabupaten Berau Provinsi Kalimantan Timur terdiri dari 3 spesies, yaitu ikan Cunding (*Lutjanus gibbus*), Kerapu Lumpur Hitam (*Aethaloperca roгаа*) dan Lencam (*Lethrinus lentjan*).

4.5.2. Ketentuan Pengelolaan Perikanan dan Program Pendukung

Dengan penerapan pendekatan ekosistem pada perikanan, pengelolaan perikanan tidak hanya terkait dengan upaya peningkatan kesejahteraan masyarakat melainkan juga terkait dengan upaya mempertahankan kelestarian/kesehatan lingkungan, agar pemenuhan berbagai kebutuhan dan keinginan masyarakat saat ini tidak akan menimbulkan resiko terhadap pilihan bagi generasi mendatang untuk mendapatkan manfaat dari berbagai barang dan jasa yang disediakan oleh ekosistem laut (FAO, 2003). Oleh karena itu, upaya untuk mencapai tujuan operasional pengelolaan perikanan tidak hanya dilakukan dengan penerapan langkah atau ketentuan pengelolaan (*management measures*), melainkan juga melalui program pembangunan perikanan yang merupakan program pendukung pengelolaan perikanan.

4.5.3. Ketentuan atau Langkah Pengelolaan Perikanan

4.5.3.1 Ketentuan atau Langkah Pengelolaan Perikanan yang akan diterapkan

Terdapat tiga tujuan operasional pengelolaan perikanan kakap dan kerapu di Kabupaten Berau yang dicapai dengan penerapan dua jenis ketentuan atau langkah pengelolaan. Langkah pengelolaan tersebut mencakup (1) penerapan ketentuan teknis (*technical measures*), yang mencakup penetapan ukuran ikan minimum yang boleh ditangkap, ukuran mata pancing, pengendalian musim dan

daerah penangkapan, serta alat tangkap ramah lingkungan, dan (2) pengendalian input (*input control*), yaitu upaya penangkapan.

Sementara itu, pengendalian output atau hasil tangkapan tidak dipilih untuk diterapkan dalam mencapai tujuan operasional pengelolaan perikanan di Kabupaten Berau. Pertimbangan dari hal tersebut adalah karena Kabupaten Berau terdiri dari beberapa pulau, serta nelayannya mengoperasikan perikanan skala kecil dan sering mendaratkan hasil tangkapan tidak di pelabuhan perikanan. Sementara itu Pemerintah Kabupaten Berau memiliki keterbatasan kapasitas dalam melakukan pemantauan terhadap kegiatan perikanan dan hasil tangkapan setiap kapal, serta dalam melakukan pengawasan terhadap kepatuhan pelaku usaha dalam menangkap ikan sesuai peraturan perundang-undangan yang berlaku, termasuk pula dalam menangkap ikan sesuai quota produksi, bila diterapkan (Purwanto *et al.*, 2020).

Tabel 4.14. Langkah pengelolaan untuk mencapai tujuan operasional pengelolaan perikanan kakap, kerapu dan ketamba di perairan laut Kabupaten Berau

Tujuan operasional	Langkah pengelolaan
1. Mencegah dan menurunkan hasil tangkapan ikan kecil (<i>juvenile</i>)	1. Ketentuan teknis melalui penetapan; <ul style="list-style-type: none"> • Ukuran ikan layak tangkap, yaitu ukuran minimum yang boleh ditangkap • Ukuran mata pancing • Musim dan daerah penangkapan, termasuk kawasan konservasi perairan
2. Meningkatkan hasil tangkapan per kapal	2. Ketentuan teknis melalui penetapan alat tangkap ramah lingkungan
3. Memulihkan kelimpahan stok ikan kakap dan kerapu	3. Pengendalian input/upaya penangkapan

Ukuran Ikan Layak Tangkap

Menurut Purwanto *et al.*, 2020, acuan penetapan ukuran ikan layak tangkap untuk mencegah dan menurunkan hasil tangkapan ikan kecil (*juvenile*) dalam rangka pengelolaan perikanan Kakap Cunding Jenaha (*Lutjanus gibbus*), Kerapu Lumpur Hitam (*Aethaloperca rogae*) dan Ketamba Lencam (*Lethrinus lentjan*) disajikan dalam tabel di atas. Penetapan ukuran ikan layak tangkap tersebut tidak

dipilih dalam penerapannya. Pertimbangan dari hal tersebut adalah sulitnya penerapan ketentuan mengenai ukuran ikan layak tangkap terhadap usaha perikanan tangkap yang sebagian besar berskala kecil yang beroperasi di pada perairan laut yang terpecil. Hal tersebut disebabkan oleh keterbatasan kapasitas Pemerintah Provinsi dalam pemantauan terhadap hasil tangkapan yang sebagian besar didaratkan pada lokasi terpecil pada beberapa pulau di Kabupaten Berau, dan dalam pengawasan terhadap kepatuhan pelaku usaha terhadap ketentuan tersebut. Oleh karena itu, upaya penurunan proporsi ikan juvenile serta peningkatan ukuran ikan hasil tangkapan nelayan menjadi ukuran layak tangkap akan dilakukan melalui pengaturan ukuran mata pancing dan penerapan pengendalian musim dan daerah penangkapan. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa peningkatan ukuran ikan hasil tangkapan dapat dilakukan dengan (1) memperbesar ukuran mata pancing (Patterson *et al.*, 2012; Campbell *et al.*, 2014; Herman *et al.*, 2018), dan/atau (2) penerapan pengendalian musim dan daerah penangkapan, termasuk pula penetapan kawasan konservasi laut (Watson *et al.*, 2009; Purwanto *et al.*, 2020).

Ukuran Mata Pancing

Kisaran ukuran mata pancing yang digunakan nelayan dalam kategori penomoran ukuran adalah antara 1-20. Dalam rangka peningkatan ukuran panjang ikan yang tertangkap, perlu dilakukan pengaturan ukuran mata pancing yang digunakan nelayan dalam menangkap ikan Kakap Cunding Jenaha (*Lutjanus gibbus*), Kerapu Lumpur Hitam (*Aethaloperca rogae*) dan Ketamba Lencam (*Lethrinus lentjan*) agar tidak menggunakan mata pancing berukuran kecil. Upaya agar ikan yang tertangkap berukuran lebih besar dilakukan dengan hanya mengizinkan penggunaan mata pancing berukuran lebih besar dari mata pancing bernomor 13. Sebagai catatan, semakin besar nomor pancing, semakin kecil ukuran mata pancing.

Penutupan Musim dan Daerah Penangkapan

Penutupan musim dan daerah penangkapan, termasuk dalam hal ini Kawasan Konservasi Perairan (KKP), dapat ditujukan untuk melindungi ikan yang dalam fase kritis dalam siklus hidupnya, antara lain saat juvenile dan saat memijah, serta melindungi habitatnya. Pada saat ini di Kabupaten Berau sudah terdapat Kawasan Konservasi Perairan (KKP). Pengelolaan secara efektif terhadap KKP tersebut diperlukan untuk melestarikan sumber daya ikan kakap dan kerapu dalam rangka mendukung pemanfaatan sumber daya ikan tersebut secara optimum (Pasal 13 UU No. 31 Tahun 2004). Perlindungan terhadap terumbu karang yang merupakan kawasan asuhan anakan ikan kakap dan kerapu akan memungkinkan anakan tumbuh besar sebelum tertangkap. Bila seluruh terumbu karang dalam KKP tidak menjadi area penangkapan ikan, kematian karena penangkapan pada fase juvenile diharapkan akan berkurang lebih dari 10% nya.

Pengendalian Input Penangkapan Ikan

Pengendalian input perikanan karang dilakukan dengan mengurangi tingkat upaya penangkapan agar tekanan penangkapan terhadap sumber daya ikan karang menurun. Mempertimbangkan bahwa sebagian besar spesies Kakap Cuning Jenaha (*Lutjanus gibbus*), Kerapu Lumpur Hitam (*Aethaloperca rogae*) dan Ketamba Lencam (*Lethrinus lentjan*) dalam kondisi dimanfaatkan berlebih, sasaran pemulihan stoknya adalah biomasa menghasilkan MSY (Annex II of UNGA, 1995; Restrepo et al., 1998). Tekanan penangkapan terhadap stok ikan kakap dan kerapu, sebagaimana diindikasikan oleh kematian karena penangkapan relatif (*relative fishing mortality*, F_t/F_{MSY}), pada tahun 2022 tidak diperoleh angka estimasinya. Oleh karena itu, dalam pengendalian tekanan penangkapannya, dengan mengurangi tingkat upaya penangkapan, supaya stok ikan kakap dan kerapu meningkat ke kelimpahan optimum. Pengurangan tingkat upaya penangkapan tersebut antara lain dapat dilakukan dengan pengaturan jumlah hari penangkapan dan/atau penutupan musim pada saat musim pemijahan.

4.5.3.2. Implementasi Langkah Pengelolaan Perikanan

Pada tahap awal dari penerapan langkah pengelolaan, pengendalian upaya penangkapan melalui pengurangan jumlah kapal dianggap tidak tepat, karena kegiatan penangkapan ikan kakap, kerapu dan ketamba adalah sumber pendapatan utama bagi sebagian besar nelayan yang mengoperasikan perikanan skala kecil. Pengurangan jumlah kapal akan menciptakan pengangguran, dan akan menurunkan tingkat kesejahteraan sebagian besar keluarga nelayan tersebut. Disamping itu, pengurangan jumlah kapal juga akan berdampak terhadap kondisi sosial-ekonomi nelayan. Karena itu, pengurangan upaya penangkapan dilakukan dengan mengurangi waktu dan lokasi penangkapan, serta mengefektifkan fungsi kawasan konservasi perairan, selain dilakukan dengan pengaturan mata pancing (Campbell et al., 2014; Purwanto *et al.*, 2020).

Tekanan penangkapan ikan kakap, kerapu dan ketamba di perairan laut Kabupaten Berau selain akibat dari pengoperasian armada penangkapan oleh nelayan Kabupaten Berau juga akibat dari praktek penangkapan ikan secara ilegal dan destruktif oleh nelayan dari luar daerah. Oleh karena itu, pengurangan upaya penangkapan pada tahap awal selain dilakukan dengan mengurangi waktu dan lokasi penangkapan, termasuk mengefektifkan fungsi KKP, juga dilakukan dengan pemberantasan praktek penangkapan ikan ilegal dan destruktif. Pemberantasan praktek penangkapan ikan ilegal dan destruktif dilakukan dengan mengoptimalkan keterlibatan masyarakat dalam sistem pengawasan perikanan berbasis peran-serta masyarakat (POKMASWAS). Dalam POKMASWAS, masyarakat berperan dalam observasi, sebagai “mata dan telinga” dari pengawasan perikanan dan pengawas/penegak-hukum di bidang perikanan, yang akan mengambil tindakan terhadap dugaan praktek penangkapan ikan ilegal dan

destruktif. Pemberantasan praktek penangkapan ikan ilegal dan destruktif dilakukan tidak hanya pada KKP tetapi juga area lainnya. Strategi pengawasan perikanan akan didasarkan pada peta area rawan penangkapan ilegal dan destruktif.

Eliminasi praktek penangkapan ikan ilegal dapat dilakukan bila dapat dibedakan antara nelayan yang diperbolehkan dan nelayan yang tidak diperbolehkan menangkap ikan oleh Pemerintah Kabupaten Berau di perairan laut yang menjadi kewenangannya. Efektivitas dari implementasi mekanisme pendaftaran ataupun perizinan terhadap armada nelayan yang akan melaksanakan penangkapan di perairan laut Kabupaten Berau memerlukan kejelasan klasifikasi ukuran kapal yang menjadi kewenangan Pemerintah Daerah, yang akan digunakan untuk pelaksanaan Peraturan Gubernur Kalimantan Timur tentang perizinan nelayan skala kecil.

Penutupan area dan waktu/bulan/musim tertentu dari kegiatan penangkapan, khususnya pada saat terjadi agregasi dari induk ikan yang akan memijah dan peningkatan jumlah ikan ukuran kecil/*juvenile*, dilakukan bagi area di luar kawasan yang tidak ada kegiatan penangkapan (*no-enter zone, no-take zone*) dari KKP. Penutupan area atau musim dalam rangka melindungi induk yang sedang melakukan pemijahan atau melindungi *juvenile* perlu dilakukan berdasarkan informasi hasil pengamatan atau penelitian, namun informasi tersebut tidak tersedia saat dokumen ini disusun, walau sejumlah pelaku usaha dan peminat olahraga memancing menginformasikan hal tersebut. Oleh karena itu, perlu pengumpulan data atau informasi mengenai agregasi induk untuk memijah dan peningkatan *juvenile* yang akan digunakan sebagai dasar penyusunan kebijakan pengaturan area dan musim penangkapan. Sementara itu, untuk melindungi induk dan *juvenile* dalam KKP, Rencana Pengelolaan KKP perlu diimplementasikan secara efektif. Untuk memastikan bahwa ikan yang tertangkap berukuran optimal, dalam rangka menghindari *growth* dan *recruitment overfishing*, pengaturan tidak hanya terhadap ukuran mata pancing melainkan juga ukuran celah dinding bubu, agar ikan kecil dapat lolos keluar dari bubu.

Terkait dengan ketentuan peraturan perundang-undangan yang baru dalam pengelolaan perikanan, antara lain mengenai pengaturan/pembatasan ukuran mata pancing serta waktu dan daerah penangkapan, implementasi perlu dilakukan melalui pentahapan sebagai berikut:

Tahap transisi; pada tahap ini dilakukan sosialisasi, penyuluhan, penyiapan perangkat penegakan hukum, koordinasi dengan instansi terkait, serta proses penggantian mata pancing dan kemungkinan penyaluran bantuan pemerintah dalam penggantian mata pancing, untuk kasus pengaturan mata pancing. Tahapan ini paling lama adalah satu tahun;

Tahap implementasi; pada tahap ini paling lama enam bulan pertama mulai dilakukan pengawasan dan penegakan hukum, namun tujuannya adalah lebih untuk

terapi kejut (*shock therapy*) dalam rangka pembinaan. Setelah itu implementasi penuh dengan pengawasan dan penegakan hukum secara konsisten.

4.5.3.3. Program Pendukung Pengelolaan Perikanan

Setelah ditetapkan ketentuan mengenai ukuran mata pancing, serta musim dan daerah penangkapan melalui penerbitan peraturan perundang-undangan atau peraturan daerah, dan diberlakukannya kebijakan pengendalian upaya penangkapan, pengawasan dan penegakan hukum perlu dilakukan agar langkah pengelolaan perikanan tersebut efektif untuk mencapai tujuan operasionalnya.

Pengawasan dan penegakan hukum juga perlu dilakukan dalam rangka meningkatkan penggunaan alat tangkap ramah lingkungan, mengurangi praktek penangkapan ikan ilegal, dan mengurangi pemindah-muatan antar kapal hasil tangkapan di tengah laut untuk pengiriman langsung ke luar daerah. Upaya peningkatan ketaatan pelaku usaha penangkapan ikan tersebut perlu didahului dan dibarengi dengan kegiatan penyuluhan mengenai tujuan operasional yang ingin dicapai melalui pengawasan dan penegakan hukum tersebut dan dampaknya terhadap kelestarian SDI dan kesejahteraan masyarakat (Purwanto *et al.*, 2020).

Tabel 4.15. Penyuluhan, pengawasan dan penegakan hukum untuk pengelolaan perikanan kakap, kerapu dan ketamba di perairan Kabupaten Berau

Tujuan Operasional	Upaya yang dilakukan
1. Meningkatkan penggunaan alat tangkap ramah lingkungan	1. Memberikan penyuluhan mengenai jenis dan manfaat penggunaan alat tangkap ramah lingkungan, serta melakukan pengawasan dan <i>law enforcement</i>
2. Mengurangi praktek <i>illegal dan destructive fishing</i> dalam pemanfaatan stok kakap dan kerapu	2. Memberikan penyuluhan mengenai kerugian akibat penangkapan ikan ilegal fishing dan <i>destructive fishing</i> , pengawasan serta penegakan hukum
3. Mengurangi pemindahmuatan antar kapal di tengah laut (<i>transshipment</i>) yang dikirim ke luar daerah	3. Memberikan penyuluhan mengenai kerugian akibat <i>transshipment</i> ikan hasil tangkapan, serta melakukan pengawasan

4. Meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pelestarian lingkungan	4. Penyuluhan mengenai manfaat pelestarian lingkungan perairan terhadap sumberdaya ikan
---	---

Pelaksanaan pengelolaan perikanan kakap dan kerapu di Kabupaten Berau juga dihadapkan pada kendala atau masalah terbatasnya data yang tersedia, kurang efektifnya koordinasi antar-provinsi, adanya praktek penangkapan yang tidak ramah lingkungan dan belum adanya RPP. Tujuan operasional untuk mengatasi masalah atau kendala tersebut, serta upaya yang perlu ditempuh agar pengelolaan perikanan tersebut efektif dalam mencapai tujuan operasionalnya disajikan pada tabel di bawah ini. Upaya tersebut mencakup perbaikan pengumpulan data statistik perikanan, peningkatan efektivitas koordinasi antar-provinsi, serta penyusunan Peraturan Gubernur dan RPP Kakap, Kerapu dan Ketamba.

Tabel 4.16. Upaya terkait tata-kelola perikanan untuk pengelolaan perikanan kakap, kerapu dan ketamba di perairan Kabupaten Berau

Tujuan Operasional	Upaya yang dilakukan
1. Meningkatkan cakupan, kualitas dan kuantitas ketersediaan data produksi dan upaya penangkapan, serta data komposisi ukuran panjang ikan target dan non-target	1. Melakukan perbaikan data statistik perikanan; <ul style="list-style-type: none"> • Melakukan penyusunan daftar isian data sederhana • Ujicoba pengumpulan data • Peningkatan kapabilitas petugas teknis terkait • Diseminasi perbaikan pengumpulan data
2. Meningkatkan koordinasi antar-provinsi berkaitan dengan nelayan andon dalam pemanfaatan kakap dan kerapu	2. Peningkatan efektivitas koordinasi antar-provinsi dalam penanganan nelayan andon, serta peran aktif pemerintah pusat dalam mengkoordinasikan penanganan masalah nelayan andon
3. Menerbitkan perda yang mengatur praktek penangkapan ikan kakap dan kerapu	3. Penyusunan Pergub tentang praktek penangkapan ikan kakap dan kerapu
4. Menerbitkan RPP kakap dan kerapu	4. Penyusunan RPP kakap dan kerapu di Kabupaten Berau

Dalam mengoptimalkan manfaat ekonomi dari pemanfaatan sumberdaya ikan kakap, kerapu dan ketamba di Kabupaten Berau, nelayan atau pelaku usaha penangkapan dihadapkan pada masalah tingginya biaya operasional penangkapan, rendahnya harga jual ikan hasil tangkapan, keterbatasan sarana dan ketrampilan nelayan atau anggota keluarganya masing-masing dalam penanganan hasil tangkapan, baik ikan hidup maupun yang mati, serta dalam pengembangan usaha diluar kegiatan penangkapan ikan. Tujuan operasional pengelolaan perikanan untuk mengatasi hal-hal tersebut, serta upaya yang perlu ditempuh agar pengelolaan perikanan tersebut efektif dalam mencapai tujuan operasionalnya disajikan dalam tabel 4.17.

Tabel 4.17. Program pembangunan perikanan untuk pengelolaan perikanan kakap, kerapu dan ketamba di perairan Kabupaten Berau

Tujuan Operasional	Upaya/Program yang dilakukan
1. Menurunkan biaya operasional	1. Diseminasi teknologi untuk peningkatan efisiensi biaya
2. Meningkatkan harga jual ikan di tingkat nelayan	2. Program pengembangan pemasaran ikan
3. Menyediakan infrastruktur berupa pabrik es	3. Program pembangunan infrastruktur sistem rantai dingin
4. Meningkatkan keterampilan nelayan dalam penanganan ikan hidup	4. Program pelatihan penanganan hasil tangkapan
5. Meningkatkan peran serta istri nelayan dalam diversifikasi usaha	5. Program pengembangan usaha perikanan di bidang pembudidayaan dan pengolahan ikan

4.5.4. Strategi Pemantauan dan Prosedur Pengkajian Perikanan

4.5.4.1 Pemantauan Perikanan

Pemantauan perlu dilakukan untuk mengumpulkan data dan informasi secara berkala, untuk dipergunakan dalam mengevaluasi capaian pengelolaan perikanan dalam jangka pendek (tahunan) dan jangka menengah (5 tahun). Pemantauan dilakukan di lokasi pendaratan/perkampungan nelayan penangkap kakap, kerapu dan ketamba, yaitu Pulau Derawan, Tanjung Batu, Pulau Maratua, Talisayan, Batu Putih, Biduk-biduk, Teluk Sumbang dan Balikukup. Adapun jenis data, frekuensi pengumpulan dan jenis ikan yang dipantau disajikan dalam tabel di bawah. Selain

ikan kakap dan kerapu, satu jenis ikan lainnya yaitu *Lethrinus lentjan* atau ketamba lencam juga menjadi obyek pemantauan sebagai ikan indikator. Jenis ikan ini biasanya berada dalam habitat yang sama dengan ikan kakap dan kerapu, namun memiliki perkembangan yang relatif lebih cepat sehingga dapat digunakan untuk menilai keberhasilan dalam pencapaian tujuan pengelolaan. Kegiatan pemantauan menggunakan Protokol Pengambilan Contoh Ikan dan Kapal Penangkapan dari Balai Riset Perikanan Laut (BRPL). Hal yang harus dipenuhi dalam pengambilan contoh adalah keterwakilan “populasi” dalam contoh (Purwanto *et al.*, 2020).

Tabel 4.18. Jenis data untuk masing-masing indikator, frekuensi pengumpulan dan jenis ikan yang dipantau di perairan laut Kabupaten Berau

Indikator	Jenis Data	Frekuensi Pengumpulan Data	Obyek Pemantauan
1. Panjang ikan pertama kali tertangkap	Frekuensi panjang hasil tangkap	Bulanan	<ul style="list-style-type: none"> • Cunding Jenaha (<i>Lutjanus gibbus</i>) • Kerapu Lumpur Hitam (<i>Aethaloperca rogae</i>) • Ketamba Lencam (<i>Lethrinus lentjan</i>)
2. Panjang ikan rata-rata			
3. Biomasa ikan relatif			
4. SPR	Frekuensi panjang hasil tangkap Tingkat kematangan gonad Berat individu ikan hasil tangkap		
5. CPUE	Hasil tangkapan per kapal per satuan waktu Praktek penangkapan ikan Karakteristik teknis kapal, alat tangkap dan alat bantu penangkapan	Triwulanan	<ul style="list-style-type: none"> • Semua jenis ikan yang tertangkap • Semua jenis alat tangkap utama • Semua ukuran kapal penangkap

Pemantauan dilakukan oleh DKP Provinsi Kalimantan Timur atau Unit Pelaksana Teknis terkait. Pelaksanaan pemantauan juga dimungkinkan melalui kerja sama DKP dengan Perguruan Tinggi di Provinsi Kalimantan Timur yang memiliki Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Perguruan Tinggi dapat memasukkannya ke dalam kegiatan praktikum, serta kegiatan akademik lainnya dari mahasiswa perikanan. Data dan informasi yang dikumpulkan dalam kerangka pemantauan perikanan dikelola oleh DKP Provinsi Kalimantan Timur untuk dimanfaatkan dalam pengkajian sumber daya ikan dan perikanan serta dalam perumusan pengelolaan Perikanan.

4.5.4.1. Prosedur Pengkajian Perikanan

Pengkajian ditujukan untuk mengestimasi status sumber daya ikan dan perikanan dan merumuskan alternatif strategi pengelolaan ikan kakap dan kerapu di perairan laut Provinsi Kalimantan Timur. Data yang dipergunakan bersumber dari data hasil pemantauan perikanan dan data statistik perikanan. Pengkajian Perikanan diharapkan dapat dilakukan oleh Instansi di daerah, yaitu Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah (Balitbangda) Provinsi Kalimantan Timur, dan/atau Dinas Kelautan dan Perikanan. Pelaksanaan pengkajian juga dimungkinkan melalui kerja sama Dinas Kelautan dan Perikanan dengan Perguruan Tinggi di Provinsi Kalimantan Timur yang memiliki Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, sebagaimana pelaksanaan pemantauan perikanan. Perguruan Tinggi dapat memasukkannya ke dalam kegiatan penyusunan skripsi, tesis dan disertasi serta kegiatan akademik lainnya dari mahasiswa perikanan.

Tabel 4.19. Metode analisis untuk masing-masing indikator capaian pengelolaan perikanan kakap, kerapu dan ketamba di perairan laut Kabupaten Berau

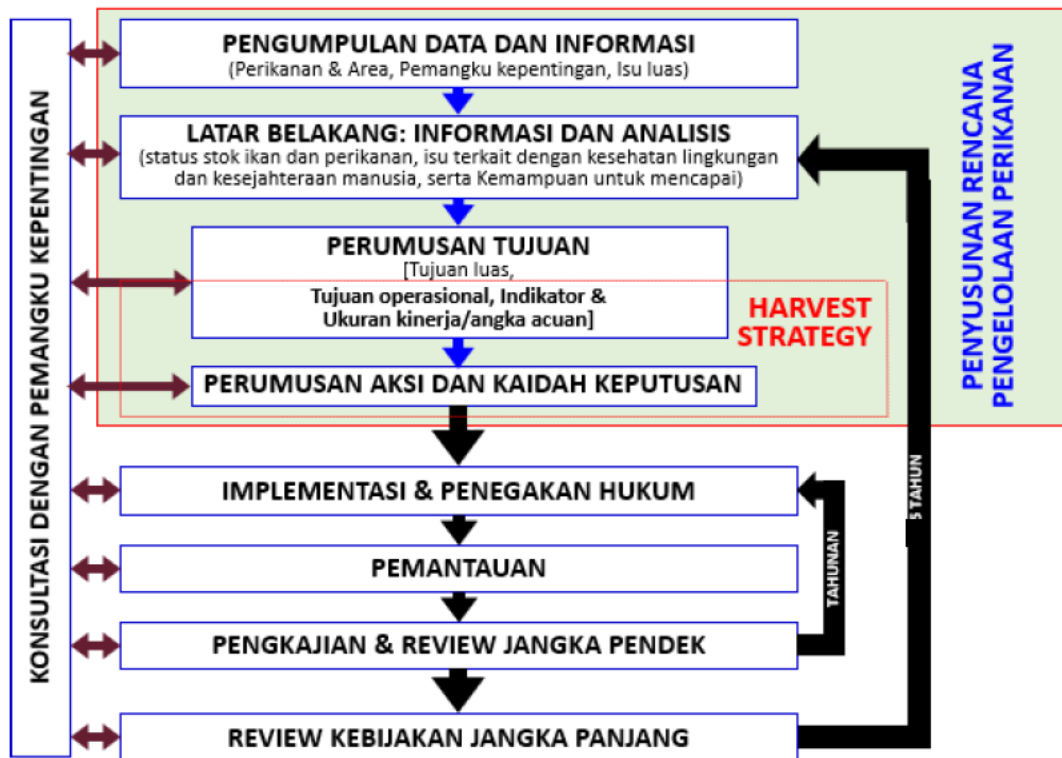
Indikator	Metode analisis
1. Panjang ikan pertama kali tertangkap	• Rata-rata aritmatika tertimbang
2. Panjang ikan rata-rata	• Rata-rata aritmatika tertimbang
3. Biomasa ikan relatif	<ul style="list-style-type: none"> • Estimasi parameter dari fungsi pertumbuhan von Bertalanffy; • Estimasi kurva kematangan gonad ikan betina dan ukuran pertama kali memijah (L_{50}); • Analisis dengan LBB method
4. SPR	• Estimasi parameter dari fungsi pertumbuhan von Bertalanffy;

	<ul style="list-style-type: none"> • Estimasi selektivitas alat tangkap, serta length at 50% selectivity (SL50) dan length at 95% selectivity (SL95); • Estimasi kurva kematangan gonad ikan betina, serta length at 50% maturity (L50) dan length at 95% maturity (L95); • Estimasi kematian alami (M); • Analisis dengan LB-SPR method.
5. CPUE	<ul style="list-style-type: none"> • Ekperimentasi langsung untuk mengestimasi fishing power index dari masing-masing alat tangkap dan/atau kapal perikanan, kemudian dibakukan terhadap alat tangkap dan/atau kapal perikanan yang dominan <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> • Standarisasi CPUE (<i>CPUE standardization</i>) berdasarkan data alat tangkap dan/atau kapal perikanan, serta data spasial dan temporal beberapa tahun' • Analisis dengan <i>generalized linear model</i> (GLM) atau <i>generalized additive model</i> (GAM) </div>

Sumber : Purwanto *et al.*, 2020

4.5.4.3. Kelembagaan Pengelolaan Perikanan

Pengelolaan sumberdaya ikan, sebagai bagian dari sumberdaya laut, pada perairan laut Provinsi Kalimantan Timur menjadi kewenangan Pemerintah Provinsi Kalimantan Timur (Pasal 27 UU No. 23 Tahun 2014). Penyelenggaran urusan pemerintahan bidang kelautan dan perikanan tersebut menjadi tugas dari Dinas Kelautan dan Perikanan (DKP) Provinsi Kalimantan Timur. Pengelolaan terhadap perikanan dengan sasaran sumberdaya ikan kakap, kerapu dan ketamba yang terdapat di perairan laut Provinsi Kalimantan Timur, diselenggarakan oleh Pemerintah Provinsi Kalimantan Timur dengan tujuan agar sumberdaya ikan tersebut lestari serta dapat menghasilkan manfaat optimum dan berkelanjutan (Pasal 6 UU No. 31 Tahun 2004; Pasal 27 UU No. 23 Tahun 2014). Secara umum, siklus dari proses pengelolaan perikanan mencakup penyusunan rencana pengelolaan, pelaksanaan pengelolaan, penegakan hukum, serta pemantauan, pengkajian dan evaluasi pelaksanaan pengelolaan.



Gambar 4.27. Siklus proses pengelolaan perikanan kakap, kerapu dan ketamba di perairan laut Kabupaten Berau Provinsi Kalimantan Timur (FAO, 2003; Purwanto *et al.*, 2020)

- (1) *Sub-pokja Ilmiah*; Sub-pokja ini beranggotakan para akademisi, pakar, wakil dari Balitbangda dan DKP. Tugas dari pokja adalah memberikan masukan ilmiah mengenai:
 - kondisi stok/sumberdaya ikan dan kapasitas armada penangkapan terkini,
 - strategi pengelolaan perikanan (*harvest strategy*).
- (2) *Sub-pokja Teknis dan Ketaatan Hukum*; Sub-pokja ini beranggotakan wakil dari berbagai instansi yang terkait, dan wakil pemangku-kepentingan (*stakeholders*) yang relevan. Tugas dari pokja adalah memberikan masukan ilmiah mengenai:
 - implementasi dari strategi pengelolaan,
 - strategi peningkatan ketaatan pelaku usaha perikanan terhadap peraturan dan perundang-undangan perikanan yang berlaku atau perlu disusun.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Simpulan yang dapat diambil dari tujuan yang hendak dicapai penelitian Status dan Pengelolaan Perikanan Kakap (*Lutjanidae*), Kerapu (*Serranidae*) dan Ketamba (*Lethrinidae*) Di Kawasan Konservasi Perairan Kabupaten Berau Provinsi Kalimantan Timur adalah :

1. Model pertumbuhan Cunding (*Lutjanus gibbus*) $L_t = 37,85(1-e^{\{-0,51(t+0,300)\}})$, Kerapu Lumpur Hitam (*Aethaloperca roгаа*) $L_t = 45,20(1-e^{\{-1,01(t+0,141)\}})$ dan Lencam (*Lethrinus lentjan*) $L_t = 30,50(1-e^{\{-1,01(t+0,157)\}})$. Laju eksploitasi tidak optimum, ikan yang tertangkap memiliki ukuran layak tangkap.
2. Status tingkat pemanfaatan sumberdaya ikan telah *overfishing*, pemanfaatan sumber daya ikan berada dalam zona aman yang lebih rendah dari nilai koefisien standar (*bench marking*).
3. Status stok dan kondisi perikanan Cunding (*Lutjanus gibbus*) *over exploited* dan *overfishing*, Kerapu Lumpur Hitam (*Aethaloperca roгаа*) dan Lencam (*Lethrinus lentjan*) *under exploited* dan *under fishing*.

5.2. Rekomendasi

1. Untuk memperkuat landasan, meningkatkan efektivitas dan efisiensi serta memperluas manfaat kegiatan penelitian dan pendidikan yang dilakukan pada wilayah KKP3K KDPS perlu disusun prosedur (SOP) yang menjadi pedoman legal formal kegiatan bagi para pihak yang melaksanakannya. Pedoman prosedur ini sekaligus menjadi tolak ukur standar pelayanan publik yang transparan dan objektif dalam pengelolaan kawasan konservasi.
2. Perlu disusun peta jalan terkait rancang bangun strategis kegiatan penelitian – pendidikan yang akan dilaksanakan serta basis data terkait hasil kegiatan penelitian – pendidikan yang sudah dilaksanakan. Peta jalan dan basis data tersebut bertujuan untuk membangun kerangka kegiatan penelitian – pendidikan dan pusat informasi saintifik yang dapat diakses para pihak guna mendukung proses pengambilan keputusan terkait pengelolaan kawasan konservasi yang berkelanjutan dan berkeadilan

DAFTAR PUSTAKA

- BPS (Badan Pusat Statistik) Kabupaten Berau. 2010. Kabupaten Berau dalam Angka, Tanjung Redeb. ISSN : 0215.6555; 303 hlm.
- _____. 2011. Kabupaten Berau dalam Angka, Tanjung Redeb. ISSN : 0215.6555; 308 hlm.
- _____. 2012. Kabupaten Berau dalam Angka, Tanjung Redeb. ISSN : 0215.6555; 312 hlm.
- _____. 2013. Kabupaten Berau dalam Angka, Tanjung Redeb. ISSN : 0215.6555; 322 hlm.
- _____. 2014. Kabupaten Berau dalam Angka, Tanjung Redeb. ISSN : 0215.6555; 326 hlm.
- _____. 2015. Kabupaten Berau dalam Angka, Tanjung Redeb. ISSN : 0215.6555; 366 hlm.
- _____. 2016. Kabupaten Berau dalam Angka, Tanjung Redeb. ISSN : 0215.6555; 342 hlm.
- _____. 2017. Kabupaten Berau dalam Angka, Tanjung Redeb. ISSN : 0215.6555; 356 hlm.
- _____. 2018. Kabupaten Berau dalam Angka, Tanjung Redeb. ISSN : 0215.6555; 366 hlm.
- _____. 2019. Kabupaten Berau dalam Angka, Tanjung Redeb. ISSN : 0215.6555; 265 hlm.
- _____. 2020. Kabupaten Berau dalam Angka, Tanjung Redeb. ISSN : 0215.6555; 262 hlm.
- _____. 2021. Kabupaten Berau dalam Angka, Tanjung Redeb. ISSN : 0215.6555; 240 hlm.
- _____. 2022. Kabupaten Berau dalam Angka, Tanjung Redeb. ISSN : 0215.6555; 251 hlm.
- Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Berau (DKP Kab. Berau). 2013. Rencana Zonasi Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil Kabupaten Berau: Album Peta. Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Berau bekerja sama dengan Balai Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Laut (BPSPL) Pontianak, Institut Pertanian Bogor dan The Nature Conservancy
- _____. 2016. Laporan Tahunan Statistik Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Berau. 70 hal.
- _____. 2017. Laporan Tahunan Statistik Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Berau. 85 hal.
- _____. 2018. Laporan Tahunan Statistik Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Berau. 82 hal.
- _____. 2019. Laporan Tahunan Statistik Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Berau. 84 hal.
- _____. 2020. Laporan Tahunan Statistik Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Berau. 85 hal.

- _____. 2021. Laporan Tahunan Statistik Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Berau. 81 hal.
- _____. 2022. Laporan Tahunan Statistik Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Berau. 93 hal.
- Bertalanffy, L.V. 1934. Basic General Theory of Fish Growths. Roux Arch. Entwicklungsmech. Org., 131;613-653.
- Beverton, R.J.H. and S.J. Holt, 1957. On the dynamics of exploited fish populations. Fish. Invest. Ser. 2 Mar. Fish. G.B. Minist. Agric. Fish. Food No.19, 533 p.
- Bianchi, G. 2008. The Concept of the ecosystem approach to fisheries in FAO, pp. 20-38. In: G. Bianchi and H.R. Skjoldal (eds), The Ecosystem Approach to Fisheries. CAB International and FAO, Rome.
- Buku 1 Peraturan Presiden No. 2 Tahun 2015 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional Tahun 2015-2019. Agenda Pembangunan Nasional. Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional / Badan Perencanaan Pembangunan Nasional. Rancangan Awal RPJMN 2015-2019. Jakarta, 8 Januari 2015. 289 hal.
- Campbell, M.D., A.G. Pollack, W.B. Driggers & E.R. Hoffmayer. 2014. Estimation of Hook Selectivity of Red Snapper and Vermilion Snapper from Fishery-Independent Surveys of Natural Reefs in the Northern Gulf of Mexico, Marine and Coastal Fisheries, 6(1): 260-273.
- David, FR. 2004. Manajemen Strategis (Konsep-Konsep). Edisi ke sembilan. Gramedia. Jakarta
- Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Kalimantan Timur. 2018. Penyediaan Data Series / Monitoring Biofisik dan Sosial Ekonomi. Rencana Pengelolaan dan Zonasi. Kawasan Konservasi Pesisir dan Pulau-pulau Kecil Kepulauan Derawan dan Perairan Sekitarnya (KKP3K KDPS) di Kabupaten Berau, Provinsi Kalimantan Timur. 197 hlm.
- Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Kalimantan Timur. 2018. Rencana Pengelolaan dan Zonasi (RPZ) Kawasan Konservasi Pesisir dan Pulau-pulau Kecil Kepulauan Derawan dan Perairan Sekitarnya (KKP3K KDPS) di Kabupaten Berau, Provinsi Kalimantan Timur 2018-2038. 69 Hal.
- Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Kalimantan Timur. 2020. Penyediaan Data Series Keanekaragaman Hayati dan Sumberdaya Ikan. Rencana Pengelolaan dan Zonasi. Kawasan Konservasi Pesisir dan Pulau-pulau Kecil Kepulauan Derawan dan Perairan Sekitarnya (KKP3K KDPS) di Kabupaten Berau, Provinsi Kalimantan Timur. 201 hlm.
- DKP (Dinas Kelautan dan Perikanan) Kabupaten Berau. 2015. Laporan Tahunan Statistik Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Berau. 65 hal.
- Effendie, M.I. 2002. Biologi Perikanan (Edisi Revisi). Yayasan Pustaka Nusatama. Yogyakarta. 163 Hlm
- Effendie, M.I. 2002. Biologi Perikanan (Edisi Revisi). Yayasan Pustaka Nusatama. Yogyakarta.
- Effendie. 1997. Biologi Perikanan. Yogyakarta (ID). Yayasan Pustaka Nusatama. 163 hlm.

- FAO. 2003. Fisheries management. 2. The ecosystem approach to fisheries. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries. No. 4, Suppl. 2. FAO, Rome. 112p
- Fauzi A dan S Anna. 2005. Assessment of Sustainability of Integrated Coastal Management Project: A CBA-DEA Approach. Indonesian Journal of Coastal and Marine Resources 1: 36-49.
- Fauzi, A. 2014. Economic Valuation And Assessment Of Damage To Natural Resources And Environment. IPB Press, Bogor, 246 pp.
- _____. 2004. Ekonomi Sumber Daya Alam dan Lingkungan. Jakarta: PTGramedia Pustaka Utama.
- _____. 1998. The Management of Competing Multi Species Fisheries: A Case Study of A Small Pelagic Fishery on The North Coast of Central Java. A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of The Requirements for The Degree of Doctor of Philosophy. In the Department of Economics. Simon Fraser University, Canada USA.
- _____. 2002. Evaluasi Status Keberlanjutan Pembangunan Perikanan. Aplikasi Pendekatan RAPFISH. Jurusan Sosek Fakultas Perikanan dan Kelautan FPIK. IPB. Bogor.
- _____. 2010. Ekonomi Perikanan. Jakarta.:PT gramedia Pustaka Utama. 2004. Ekonomi Sumberdaya Alam dan Lingkungan Teori dan Aplikasi. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- Fox, W. W. 1970. An Experimental Surplus Yield Model for Optimizing Exploited Fish Population. Trans. Am. Fish. Soc., 99(1): 80-88.
- Gayanilo, F. C. Jr., V. Sparre., D. Pauly. 2005. FAO-ICLARM Stock Assessment Tools II (FiSAT II). Revised Versi On. User 'S Gui De. FAO Computerized Information Series (Fisheries). No. 8, Revised version. FAO Rome. 168p.
- Gayanilo, F. C. Jr., V. Sparre., D. Pauly. 2005. FAO-ICLARM Stock Assessment Tools II (FiSAT II). Revised Versi On. User 'S Gui De. FAO Computerized Information Series (Fisheries). No. 8, Revised version. FAO Rome. 168p.
- Gordon, H. S. 1954. The Economics Theory of a Common Property Resources: the Fishery. Journal of Political Economy 62: 124-142.
- Graham, M. 1935. Modern Theory of Exploiting A Fishery and Application to North Sea Trawling. J. Cons. Int. Explor. Mcr., 10: 264-274.
- Gulland, J. A. 1961. Fishing and The Stock of Fish at Iceland. U. K. Min. Af:ric. Fish., Fish. Invest. (Ser.2), 23(4): 52 pp.
- Gulland, J.A. 1983. Fish Stock Assessment: A Manual Of Basic Methods, Volume 1. John Wiley & Sons, inc. New York, USA. xii + 223 p.
- Herrmann, B., M. Eighani, S.Y. Paighambari, & J. Feekings. 2018. Effect of Hook and Bait Size on Catch Efficiency in the Persian Gulf Recreational Fisheries. *Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management, and Ecosystem Science* 10:314–324.
- Hoeksema, B (ed.). 2004. Marine biodiversity of the coastal area of the Berau region, East Kalimantan, Indonesia. Progress report: East Kalimantan Program - Pilot phase (October 2003).

- Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2019. Penyediaan Data Series Keanekaragaman Hayati dan Sumber Daya Ikan di Kalimantan Timur. Pulau Derawan dan Sekitarnya, Kabupaten Berau. Direktorat Jenderal Pengelolaan Ruang Laut Balai Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Laut (BPSPL) Pontianak. 48 Hal.
- Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan nomor 45/Men/2011 tentang Estimasi Potensi Sumber daya Ikan di Wilayah Pengelolaan Perikanan Republik Indonesia.
- Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan nomor 47/KEPMEN-KP/2016 tentang Estimasi Potensi, Jumlah Tangkapan yang Diperbolehkan, dan Tingkat Pemanfaatan Sumber daya Ikan di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia.
- Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan nomor 50/KEPMEN-KP/2017 tentang Estimasi Potensi, Jumlah Tangkapan yang Diperbolehkan, dan Tingkat Pemanfaatan Sumber daya Ikan di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia.
- Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan nomor 66/KEPMEN-KP/2020 tentang Kawasan Konservasi Perairan Pulau Mare dan perairan sekitarnya di Provinsi Maluku Utara.
- Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan nomor 67/KEPMEN-KP/2020 tentang Kawasan Konservasi Perairan Pulau Rao-Tanjung Dehegila dan perairan sekitarnya di Provinsi Maluku Utara.
- Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan nomor 68/KEPMEN-KP/2020 tentang Kawasan Konservasi Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil Kepulauan Sula dan perairan sekitarnya di Provinsi Maluku Utara.
- Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 87/KEPMEN-KP/2016 tentang Kawasan Konservasi Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil Kepulauan Derawan dan Sekitarnya.
- King, M. 1995. *Fishery Biology, Assessment, and Management*. Fishing News Books. London, USA. 341 p.
- King, M. 1995. *Fishery Biology, Assessment, and Management*. Fishing News Books. London, USA. 341 p.
- Odum, E.P. 1971. *Fundamentals of Ecology*. W.B. Saunders, Toronto
- Odum, H.T. 1998. Suggestion For A Project For The International Society For Ecological Modeling: Representing Simulation Models With Energy Systems. in *Ecomod, Newsletter of Intl. Soc. for Ecol. Model*: 1-11 pp.
- Ongkers, O.T.S. 2006. Pemantauan Terhadap Parameter Populasi Ikan Teri Merah (*Encrasicholina heteroloba*) di Teluk Ambon Bagian Dalam. *Prosiding Seminar Nasional Ikan IV*. Masyarakat Ichtiologi Indonesia kerja sama dengan Loka Riset Pemacuan Stok Ikan, PRPT-DKP, Departemen MSP-IPB, dan Puslit Biologi LIPI: 31-40.
- Patterson, W.F. 2007. A review of movement in Gulf of Mexico Red Snapper: implications for population structure. *American Fisheries Society Symposium* 60: 221–235, 2007.
- Patterson, W.F., C.E. Porch, J.H. Tarnecki, & A.J. Strelcheck. 2012. Effect of circle hook size on reef fish catch rates, species composition, and selectivity in

- the northern gulf of mexico recreational fishery. *Bulletin of Marine Science*. 88(3):647–665.
- Pauly, D and D. Zeller. 2014. Accurate Catches And The Sustainability Of Coral Reef Fisheries. *Current Opinion In Environmental Sustainability*, 7:44–51.
- Pauly, D. 1987. A Review of the ELEFAN System For Analysis Of Length-Frequency Data In Fish And Aquatic Invertebrate, p.7-34. In D. Pauly and G.R. Morgan (Eds). *Length-Based Methods in Fisheries Research*. ICLARM Proceeding 13, 468p. International Center for Living Aquatic Resources Management. Kuwait Institute for Scientific Research.
- Pauly, D. 1980. On The Interrelations Between Natural Mortality, Growth Parameters And Mean Environmental Temperature In 175 Fish Stock. *Journal du Conseil international pour l'Exploration de la Mer* 39(2): 175-192.
- Pauly, D. 1983. Some Simple Methods for The Assessment of Tropical Fish Stocks. *Fao Fisheries Technical Paper No. 234*. 52 p.
- Pauly, D. 1984 *Fish Population Dynamics In Tropical Waters: A Manual For Use With Programmable Calculators*. ICLARM Studies and Reviews 8, 325 pp.
- Pauly, D. 1987. A Review of the ELEFAN System For Analysis Of Length-Frequency Data In Fish And Aquatic Invertebrate, p.7-34. In D. Pauly and G.R. Morgan (Eds). *Length-Based Methods in Fisheries Research*. ICLARM Proceeding 13, 468p. International Center for Living Aquatic Resources Management. Kuwait Institute for Scientific Research.
- Pengertian Strategi Menurut Para Ahli, Proses dan Jenis Strategi Terlengkap <http://www.pelajaran.co.id/2017/18/pengertian-strategi-menurut-para-ahli-proses-dan-jenis-strategi.html> (diakses 18 Juli 2017)
- Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor PER.29/MEN/2012 tentang Pedoman Penyusunan Rencana Pengelolaan Perikanan di bidang Penangkapan Ikan.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia (PP) Nomor 60 Tahun 2007 tentang Konservasi Sumber Daya Ikan.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia (PP) Nomor 60 Tahun 2007 tentang Konservasi Sumber Daya Ikan.
- Peraturan Presiden No. 2 Tahun 2015 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional Tahun 2015-2019. Jakarta, 8 Januari 2015. 6 hal.
- Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 59 Tahun 2017 tentang Pelaksanaan Pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan.
- Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 59 Tahun 2017 tentang Pelaksanaan Pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan.
- Pratikto W. A, Armono H.D., Suntoyo. 1992. *Perencanaan Fasilitas Pantai dan Laut*. BPFE. Yogyakarta
- Purwanto, Mardiani, S.R., Ernawati, T., Kembaren, D.D., Tirtadanu, Nurdin, E., Zamroni, A., Budiarti, T.W., Fauzi, M., Prihatiningsih, Muchlis, N., Taufik, M., Panggabean, A.S., Yulianto, I. and Agustina, S. 2020. Status Sumber Daya Ikan dan Perikanan Kakap dan Kerapu di perairan laut sekitar Pulau Halmahera Provinsi Maluku Utara, serta Alternatif Strategi Pengelolaannya. Disiapkan oleh Balai Riset Perikanan Laut KKP dan

- Proyek USAID Sustainable Ecosystems Advanced. Jakarta, Indonesia. 49p.
- Restrepo, V.R., G.G. Thompson, P.M. Mace, W.L. Gabriel, L.L. Low, A.D. MacCall, R.D. Methot, J.E. Powers, B.L. Taylor, P.R. Wade, & J.F. Witzig. 1998. Technical Guidance on the use of precautionary approaches to implementing National Standard 1 of the Magnuson-Stevens Fishery Conservation and Management Act. NOAA Technical Memorandum NMFS–F/SPO–31, July 17, 1998. 54p.
- Romimohtarto, K dan S. Juwana. 2009. Biologi Laut: Ilmu Pengetahuan Tentang Biota Laut. Djambatan, Jakarta.
- Romimohtarto, K. dan S. Juwana. 2001. Biologi Laut Ilmu Pengetahuan Tentang Biota Laut . Penerbit Djambatan, Jakarta. 540 hal
- Saputra, S. W. 2009. Textbook Based On Research On Fish Population Dynamics. Diponegoro University Semarang. 203 p.
- Saputra, S. W. 2009. Textbook Based On Research On Fish Population Dynamics. Diponegoro University Semarang. 203 p.
- Saputra, S. W., A. Solichin., D. Wijayanto. 2011. Produktivitas Dan Kelayakan Usaha Tuna Longliner Di Kabupaten Cilacap Jawa Tengah. Jurnal Saintek Perikanan 6(2): 84-91.
- Saputra, S. W., P. Soedarsono., G.A. Sulistyawati. 2009. Some Biological Aspects Of Kuniran (*Upeneus* spp) in Demak Waters. Jurnal Saintek Perikanan. 5(1):1-6.
- Saputra, S. W., P. Soedarsono., G.A. Sulistyawati. 2009. Some Biological Aspects Of Kuniran (*Upeneus* spp) in Demak Waters. Jurnal Saintek Perikanan. 5(1):1-6.
- Schaefer, M. B. 1954. Some Aspect of Dynamics of Populations Important to the Management of the Commercial Marine Fisheries. Bull. Inter-Am. Trop. Tuna Comm I: 27-56
- Schaefer, M. B. 1957. A Study of the Dynamics of the Fishery for Yellowfin Tuna in the Eastern Tropical Pacific Ocew. Bull. Inter-Am. Trop. Tuna Comm. 2: 247-248.
- Schnute, J. 1977. Improved Estimates from the Schaefer Production Model: Theoretical Considerations. J. Fish. Res. Board Can., 34: 583-663.
- Sentosa, A. A dan Djumanto. 2012. Kajian Dinamika Populasi Ikan Wader Pari (*Rasbora Lateristriata*) di Sungai Ngrancah, Kabupaten Kulon Progo. Prosiding Seminar Nasional Tahunan VII Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan. Universitas Gadjahmada, Yogyakarta. MSP 1–11.
- Shelton, A. O. and M. Mangel. 2011. Fluctuations Of Fish Populations And The Magnifying Effects Of Fishing. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, Princeton, New Jersey, pp. 7075–7080.
- Soegianto, A. 1994. Ekologi Kuantitatif: Metode Analisis Populasi dan Komunitas. Usaha Nasional. Surabaya.
- Sparre, P and S.C Venema. 1999. Introduksi Pengkajian Stok Ikan Tropis Buku-I Manual (Edisi Terjemahan). Kerjasama Organisasi Pangan, Perserikatan Bangsa-Bangsa Dengan Pusat Penelitian Dan Pengembangan Perikanan, Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian. Jakarta. 438 halm.

- Sparre, P and S.C Venema. 1999. *Introduksi Pengkajian Stok Ikan Tropis Buku-I Manual (Edisi Terjemahan)*. Kerjasama Organisasi Pangan, Perserikatan Bangsa-Bangsa Dengan Pusat Penelitian Dan Pengembangan Perikanan, Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian. Jakarta. 438 halm.
- Sparre, P., and S. C. Venema. 1998. *Introduction To Tropical Fish Stock Assesment*. Badan Penelitian Dan Pengembangan Perikanan, Penerjemah. Terjemahan Dari : *Introduction To Tropical Fish Stock Assesment Part I*. FAO Fish Tech Pap No.306/1.
- Sugiyono, 2013. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R & D*. Bandung.
- Sunaryo, Bambang, 2013. *Kebijakan Pembangunan Destinasi Pariwisata Konsep dan Aplikasinya di Indonesia*. Gava Media. Yogyakarta Spalding M. D., Ravilious C., Green E. P. 2001. *World Atlas of Coral Reefs*. UNEP-WCMC. University of California Press.
- Tinungki, G. M. 2005. *Evaluasi Model Produksi Surplus Dalam Menduga Hasil Tangkapan Maksimum Lestari Untuk Menunjang Kebijakan Pengelolaan Perikanan Lemuru di Selat Bali*. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 196 halm.
- [TNC] The Nature Concervation. 2013. *Peta Tutupan Karang Hidup. Update Data Monitoring Berau 2012-2013*.
- Tomascik T., Mah A. J., Nontji A., Moosa M. K. 1997. *The Ecology of Indonesian Series, Vol VII; The Ecology of Indonesian Seas*. Periplus Editions (HK) Ltd. Republic of Singapore
- Undang-undang Nomor 18 Tahun 2002 Tentang Sistem Nasional, Pengembangan, dan Penerapan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi.
- United Nations General Assembly (UNGA), 1995. *Agreement for the Implementation of the Provisions of the United Nations Convention on the Law of the Sea of 10 December 1982 relating to the Conservation and Management of Straddling Fish Stocks and Highly Migratory Fish Stocks*. A/CONF.164/37. 8 September 1995.
- United Nations General Assembly (UNGA), 2015. *Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015. 70/1. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. A/RES/70/1. 21 October 2015.
- Van Dover, C. L. 2014. *Impacts Of Anthropogenic Disturbances At Deep-Sea Hydrothermalvent Ecosystems: A review*. *Marine Environmental Research* 102: 59–72.
- Walters, C and R Hilborn. 1976. *Adaptive Control of Fishing System*. *Journal Fish. Resource. Board Can* 33: 145-159 pp.
- Walters, C. & Steven, J.D. 2004. *Fisheries Ecology and Management*. Princeton University Press.
- Watson, D.L., M.J. Anderson, G.A. Kendrick, K. Nardi, & E.S. Harvey. 2009. *Effects of protection from fishing on the lengths of targeted and non-targeted fish species at the Houtman Abrolhos Islands, Western Australia*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 384: 241–249.
- Wiryawan B., Khazali M., Knight M. 2005. *Menuju Kawasan Konservasi Laut Berau Kalimantan Timur: Status Sumberdaya Pesisir dan Proses*

- Pengembangan KKL. Program Bersama Kelautan Berau TNC-WWF-Mitra Pesisir/CRMP II USAID. Jakarta.
- WoRMS Editorial Board. 2018. World Register of Marine Species. Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. doi:10.14284/170. (Accessed 16 September 2018)
- Yulianda F. 2007. Makalah Ekowisata Bahari Sebagai Alternatif Pemanfaatan Sumberdaya Pesisir Berbasis Konservasi. Disajikan pada Seminar Sains Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan FPIK-IPB. 21 Februari. Bogor
- Zoriasatein, N, IS. Jalili and F. Poor. 2013. Evaluation of Ecological Quality Status with the Trophic Index (TRIX) Values in Coastal Area of Arvand, Northeastern of Persian Gulf, Iran. *World Journal of Fish and Marine Sciences* 5 (3): 257-262, 2013.