

PERIKANAN TANGKAP DI KABUPATEN TELUK WONDAMA

*Potensi dan Strategi
Pengelolaan*

Roni Bawole, Ridwan Sala,
Ferawati Runtuboi, Mudjirahayu,
Irwanto, Abraham Goram Gaman,
Evangelista Manilyn Randa

Editor
Charlie D. Heatubun
Ezrom Batorinding

PERIKANAN TANGKAP DI KABUPATEN TELUK WONDAMA

Potensi dan Strategi Pengelolaan

Prof. Dr. Ir. Roni Bawole, M.Si
Dr. Ir. Ridwan Sala, M.Si
Ferawati Runtuboi, S.Ik., M.Si
Ir. Mudjirahayu, M.Si
Irwanto
Abraham Goram Gaman, S.Kom
Evangelista Manilyn Randa

Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah Provinsi Papua Barat
Gedung Kantor Gubernur Sayap 1 Lt. 2 dan 3
Jl. Brigjen (Purn) Abraham O. Atururi Arfai Manokwari
Papua Barat 98312

PERIKANAN TANGKAP DI KABUPATEN TELUK WONDAMA

Potensi dan Strategi Pengelolaan

Editor

Prof. Dr. Charlie D. Heatubun , S.Hut., M.Si
Ezrom Batorinding, S.Hut., M.Sc

Desain Cover

Ferdian Mahendra Hamzah

Diterbitkan dan Dicetak oleh

Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah Provinsi Papua Barat

ISBN

978-623-93246-8-1



Dicetak dengan Pembiayaan Anggaran

Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah (BALITBANGDA)
Provinsi Papua Barat Tahun 2020

UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Pelindungan Pasal 26.

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- I. Penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan / atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- II. Penggandaan Ciptaan dan / atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- III. Penggandaan Ciptaan dan / atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- IV. Penggunaan untuk kepentingan Pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang mungkin suatu Ciptaan dan / atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produsen Fonogram atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/ atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000,00 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur patut kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Kuasa atas limpahan kasih dan karunia-Nya sehingga pada kesempatan ini, kami penulis dapat menyelesaikan penyusunan buku berjudul ***Perikanan Tangkap di Kabupaten Teluk Wondama: Potensi dan Strategi Pengelolaan***. Buku ini diterbitkan sebagai hasil riset dari kami staf Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan (FPIK) Universitas Papua (UNIPA) Manokwari dalam melaksanakan Tri Dharma Perguruan Tinggi bekerjasama dengan Pemerintah Daerah. Buku ini memuat hasil kajian Penentuan Jumlah Tangkapan dan Alat Tangkap yang dibolehkan pada perikanan kerapu dan perikanan pelagis di Kabupaten Teluk Wondama, Provinsi Papua Barat.

Perairan Teluk Wondama sebagian besar wilayahnya merupakan Kawasan Taman Nasional Teluk Cenderawasih (TNTC) yang dikelola oleh UPT Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Kebijakan pengelolaan Sumberdaya Kelautan dan Perikanan terutama Sektor perikanan di Wilayah ini, mampu menyumbang ±123 miliar rupiah dalam PDRB. Sumberdaya perikanan di Kawasan TNTC telah terbukti dapat meningkatkan sumber pendapatan masyarakat. Dalam perkembangannya, aktifitas penangkapan menjadi tidak terkendali akibat permintaan pasar yang tinggi terhadap komoditas perikanan sehingga tekanan terhadap stok sumberdaya semakin besar.

Dalam upaya mewujudkan perikanan berkelanjutan di Kawasan TNTC, maka kegiatan pengendalian melalui implementasi *input and output control* dari perikanan berkelanjutan harus diterapkan secara bijaksana. Dalam rangka menjaga sumberdaya ikan tetap lestari perlu dilakukan kajian melalui konsep pengendalian penangkapan. Oleh sebab itu, manajemen perikanan tangkap memerlukan informasi tentang jumlah kelimpahan/kesediaan stok, menentukan jumlah tangkapan yang diperbolehkan (*Total Allowble Catch*) dan jumlah armada perikanan serta jenis alat tangkap yang digunakan. Dengan demikian, pemanfaatan sumberdaya menjadi optimal dan kelestarian stok di alam tetap terjaga.

Penerbitan buku ini bertujuan memberikan informasi tentang potensi dan strategi pengelolaan perikanan tangkap di perairan Teluk Wondama dalam upaya mewujudkan perikanan berkelanjutan. Kami berharap buku ini menjadi dokumentasi tertulis terkait data dan informasi yang dapat digunakan sebagai dasar penyusunan kebijakan pengembangan perikanan tangkap di Kabupaten Teluk Wondama.

Semoga dengan diterbitkannya buku ini, dapat memberikan manfaat bagi pemerintah daerah, khususnya Kabupaten Teluk Wondama dan para pembaca secara umum mengenai potensi dan strategi pengelolaan perikanan tangkap yang tepat dan bijaksana di wilayah perairan Provinsi Papua Barat.

Pada kesempatan ini kami ingin menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah (Balitbangda) Provinsi Papua Barat yang telah mengizinkan karya tulis kami dipublikasikan, Kepala Sub Bidang Diseminasi dan Publikasi Kelitbangan beserta staf dan Tim Media Balitbangda Provinsi Papua Barat yang luar biasa dalam proses penyelesaian, para penyunting dan berbagai pihak yang telah membantu sejak awal penyiapan naskah hingga dicetaknya buku kami ini.

Kami penulis menyadari bahwa buku ini belum sempurna, untuk itu saran dan masukan yang bersifat konstruktif dari pembaca sangat dibutuhkan untuk penyempurnaannya – semoga bermanfaat.

Manokwari, 10 Oktober 2020

Tim Penulis

SAMBUTAN

KEPALA BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN DAERAH PROVINSI PAPUA BARAT

Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah (Balitbangda) Provinsi Papua Barat merupakan Perangkat Daerah yang memiliki fungsi dan peran yang strategis dalam menunjang pelaksanaan pembangunan daerah di Provinsi Papua Barat. Salah satu tugas pokok dan fungsi yang harus dijalankan adalah penyebaran informasi kelitbang dan inovasi daerah atau dikenal dengan difusi atau diseminasi dan publikasi. Diharapkan keberadaan Balitbangda Provinsi Papua Barat mampu mendorong peningkatan publikasi hasil-hasil riset ilmiah dan menjembatani penggunaan hasil-hasil publikasi tersebut dalam pembuatan kebijakan pembangunan di internal pemerintah daerah.



Penerbitan buku “**Perikanan Tangkap di Kabupaten Teluk Wondama: Potensi dan Strategi Pengelolaan**” merupakan salah satu buku yang diterbitkan oleh Balitbangda Provinsi Papua Barat sebagai sumber data dan informasi bagi berbagai pihak yang membutuhkan informasi potensi sumberdaya alam khususnya potensi laut dan perikanan tangkap di Provinsi Papua Barat.

Diharapkan buku ini dapat membantu dalam menentukan kebijakan pengelolaan dan pemanfaatan perikanan tangkap di Kabupaten Teluk Wondama secara khusus terkait potensi dan strategi pengelolaannya, terutama oleh pemerintah daerah setempat dan pihak manajemen Kawasan Taman Nasional Laut Teluk Cenderawasih (TNLTC). Dimana pemanfaatan sumberdaya perikanan tangkap dalam mendukung pembangunan ekonomi dan peningkatan kesejahteraan masyarakat, namun di saat yang sama kelestarian sumberdaya dan hasil tangkapan yang berkelanjutan tetap menjadi prioritas.

Saya menyampaikan ucapan selamat kepada para penulis dan semua pihak yang telah berhasil dalam publikasi buku ini. Semoga buku ini dapat bermanfaat bagi semua pihak dan merupakan sumbangsih kecil dari Balitbangda dalam menunjang pembangunan daerah di Provinsi Berkelanjutan Papua Barat. Terima kasih dan Tuhan Memberkatil!

Manokwari, 10 Oktober 2020

Prof. Dr. Charlie D. Heatubun, S.Hut, M.Si, FLS

DAFTAR ISI

Halaman Judul	
Halaman Penerbit	
Kata Pengantar	
Sambutan Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah Provinsi Papua Barat	

I. PENDAHULUAN

II. DINAMIKA DAN PENGKAJIAN STOK

2.2 Analisis data	12
2.2.1 Metode berbasis panjang ikan	12
2.2.2 Metode surplus produksi	13
2.2.3 Metode Visual Sensus Biomas	13
2.2.4 Produktifitas Alat Tangkap	13
2.2.5 Musim penangkapan ikan	14
2.2.6 Jumlah Tangkapan Diperbolehkan (JTB)	15

III. PERIKANAN DEMERSAL

3.1 Hasil Tangkapan ikan kerapu di TNTC	17
3.1.1 Pulau Nurage (Yaur)	17
3.1.2 Kwatisore	18
3.1.3 Windesi	19
3.1.4 Rumberpon	20
3.1.5 Musim Penangkapan Ikan	22
3.2 Ikan kerapu di sekitar Perairan Rumberpon	26
3.2.1 Sebaran Panjang P. leopardus, P. oligocanthus P. areolatus	26
3.2.2 Hubungan Panjang dan Berat P. leopardus, P. oligochantus dan P. areolatus	30
3.2.3 Model Pertumbuhan Ikan P. leopardus, P. oligochantus dan P. areolatus	32
3.2.4 Pola Rekrutmen	34
3.2.4 Mortalitas Ikan	34
3.2.5 Yield per Recruitmen	35
3.2.6 Potensi Lestari	36
3.3 Ikan Kerapu di sekitar Perairan Napan Yaur	39
3.3.1 Sebaran Panjang dan Berat Ikan P. leopardus, P. oligocanthus dan E. areolatus)	39
3.3.2 Hubungan Panjang dan Berat Ikan	42

3.3.3	Model Pertumbuhan Ikan.....	43
3.3.4	Pola Rekrutmen.....	44
3.3.5	Mortalitas Ikan.....	45
3.3.6	Yield per Recruitmen	45
3.3.7	Potensi Lestari	47

IV. PERIKANAN PELAGIS KECIL

4.1	Ikan Layang, Kembung dan Selar.....	49
4.1.1	Sebaran Panjang dan Berat.....	50
4.1.2	Hubungan Panjang dan Berat Ikan	52
4.1.3	Model Pertumbuhan	54
4.1.4	Pola Rekrutmen Ikan	54
4.1.5	Laju Mortalitas.....	55
4.1.6	Yield per Recruitment.....	56
4.1.7	Potensi Lestari Ikan.....	58
4.2	Ikan Cakalang.....	59

V. PERIKANAN PELAGIS BESAR

5.2	Ikan Madidihang.....	63
5.3	Ikan Tenggiri.....	66

VI. PRODUKTIVITAS DAN EFISIENSI ARMADA PENANGKAPAN

6.1	Produktivitas Kegiatan Penangkapan.....	69
6.1	Efisiensi Kegiatan Penangkapan	72

VII. STRATEGI PENGELOLAAN

7.1	Ikan Demersal.....	77
7.1.1	Napan Yaur	77
7.1.2.	Rumberpon.....	79
7.2	Ikan pelagis Kecil	80
7.2.1	Ikan Layang, Selar dan Kembung.....	80
7.2.2	Ikan Cakalang	83
7.3	Ikan Pelagis Besar	85
7.3.1	Ikan Madidihang	85
7.3.2	Ikan Tenggiri.....	87

VIII. PENUTUP

DAFTAR PUSTAKA

I. PENDAHULUAN

Di negara berkembang yang memiliki keterbatasan kesempatan ekonomi, laut menjadi sumberdaya alam yang paling mudah untuk dieksploitasi, termasuk perairan laut Indonesia pada umumnya dan perairan Teluk Wondama pada khususnya. Pada awalnya kegiatan perikanan Teluk Wondama sangat tradisional dengan menggunakan metode penangkapan ikan yang sangat sederhana. Beberapa dekade belakangan ini, terjadi peningkatan pemanfaatan sumberdaya ikan akibat meningkatnya permintaan pasar baik di dalam negeri maupun dari luar negeri, misalnya permintaan ikan dari Hongkong dan Singapura. Peningkatan kebutuhan secara drastis mendorong nelayan menggunakan metode yang merusak seperti penggunaan potassium dan penangkapan ikan yang tidak terkendali. Disadari atau tidak, aktivitas tersebut tentu telah memberikan dampak negatif berupa penurunan stok ikan jangka panjang.

Pada perikanan karang, peningkatan produksi perikanan telah mendorong ekspansi yang cepat terhadap pasar ikan karang hidup untuk tujuan konsumsi. Spesies yang menjadi target penangkapan, yang meliputi *Cheilinus undulatus* (napoleon), *Cromileptus altivelis* (kerapu) dan berbagai ikan ekonomis penting seperti spesies *Plectropomus* dan *Epinephelus*, telah dieksploitasi secara berlebihan (Sadovy et al. 2003; Hamilton & Matawai 2006). Peningkatan permintaan ikan karang hidup telah dilakukan dengan berbagai teknik penangkapan intensif, terutama dengan metode penangkapan ikan yang merusak, yang mengakibatkan kerusakan luas terhadap terumbu karang dunia termasuk Indonesia. Penggunaan sianida mengakibatkan degradasi terumbu karang yang luas dan terkait dengan penurunan produksi ikan karang secara lokal dan global.

Perairan Teluk Wondama sebagian besar wilayahnya merupakan Kawasan Taman Nasional Teluk Cenderawasih [TNTC]. TNTC ditetapkan berdasarkan Surat Keputusan Menteri Kehutanan Nomor: 8009/Kpts-II/2002 tanggal 29 Agustus 2002 menerangkan bahwa TNTC merupakan kawasan konservasi terbesar di Indonesia dengan luas 1.453.500 Ha dan 89,9 % merupakan laut. Kebijakan pengelolaan sumberdaya kelautan dan perikanan terutama sektor perikanan di Wilayah Kabupaten Teluk Wondama, mampu menyumbang ±123 miliar PDRB [Teluk Wondama dalam Angka 2013]. Selain itu, sumberdaya

perikanan dalam kawasan TNTC terdapat sumberdaya yang dapat diperbaharui seperti ekosistem terumbu karang, lamun dan mangrove sehingga dengan pengelolaan yang bijaksana dapat terus dinikmati manfaatnya.

Sumberdaya perikanan di Kawasan TNTC telah terbukti dapat meningkatkan sumber pendapatan masyarakat. Kegiatan pemenuhan kebutuhan masyarakatnya bertumpu pada pemanfaatan di sektor kelautan dan perikanan. Dalam perkembangannya, aktifitas penangkapan menjadi tidak terkendali akibat permintaan pasar yang tinggi terhadap komoditas perikanan sehingga tekanan terhadap stok sumberdaya semakin besar. Selain itu, aktifitas *IUU fishing*, yang berdampak selain pada menurunnya kualitas ekosistem juga pada punahnya spesies-spesies penting yang menjadi kunci bagi komunitas ikan karang, telah mendorong tereksplotasinya sumberdaya perikanan secara luas. Perikanan laut dangkal, baik sumberdaya pelagis kecil dan demersal, telah dimanfaatkan tanpa dilandasai dengan kajian ilmiah tentang keberadaan stok ikan.

Dalam enam tahun terakhir, hasil tangkapan nelayan untuk jenis ikan kerapu [*Epinephelus fuscuguttatus*] dan Sunu [*Plectropomus leopardus*] telah terindikasi mengalami penurunan jumlah tangkapan dan ukurannya. Selain itu, lokasi penangkapan masyarakat nelayan juga semakin jauh. Artinya, kegiatan penangkapan ikan tidak hanya di sekitar daerah pemukiman tetapi juga merambah ke berbagai pulau yang agak jauh dari pemukiman nelayan. Akibatnya, produksi sumberdaya untuk jenis ikan demersal tersebut mengalami penurunan. Selain itu, ikan pelagis seperti ikan kembung [*Rastelliger sp.*] dan ikan layang [*Decapterus sp.*] juga menjadi target tangkapan nelayan di kawasan TNTC. Alat penangkapan yang dipakai adalah bagan perahu dan bagan tancap. Kedua ikan pelagis tersebut produksinya bersifat musiman dan pada musim tertentu jumlah tangkapan berlebihan.

Dalam upaya mewujudkan perikanan berkelanjutan di Kawasan TNTC, maka kegiatan pengendalian melalui implementasi *input and output control* dari perikanan berkelanjutan harus diterapkan secara bijaksana. Usaha penangkapan harus dikelola sehingga sumberdaya perikanan tetap lestari dan menguntungkan dari segi ekonomi dan secara langsung memberikan ruang bagi biota untuk berkembang secara alamiah (aspek ekologis). Dalam rangka menjaga sumberdaya ikan tetap lestari perlu dilakukan kajian melalui konsep

pengendalian penangkapan. Pengendalian penangkapan berkaitan dengan kelimpahan/kesediaan stok sumberdaya perikanan. Oleh sebab itu, manajemen perikanan tangkap memerlukan informasi tentang jumlah kelimpahan/kesediaan stok, menentukan jumlah tangkapan yang diperbolehkan (*Total Allowble Catch*) dan jumlah armada perikanan serta jenis alat tangkap yang digunakan. Dengan demikian, pemanfaatan sumberdaya menjadi optimal dan kelestarian stok di alam tetap terjaga. Selain itu, aspek biologi perikanan termasuk penentuan karakteristik pola musim penangkapan sumberdaya perlu dilakukan, sehingga ikan yang ada di alam dapat memijah atau berkembang biak untuk keberlangsungan ketersediaan stok. Dalam buku ini akan dirumuskan tentang jumlah tangkapan yang diperbolehkan [*Total Allowable Catch*] sehingga pemanfaatannya dapat lestari dan berkelanjutan. Selain itu, diatur pula jumlah unit armada dan alat tangkap tangkap yang di perbolehkan agar tidak melebihi daya dukung sumberdaya ikan di Kawasan Taman Nasional Teluk Cenderawasih, serta merekomendasikan strategi pengelolaan dan pemanfaatan sumberdaya perikanan demersal dan pelagis.

II. DINAMIKA DAN PENGKAJIAN STOK

2.1 Tempat dan Metode

Pengkajian stok dilakukan di daerah Rumberpon dan Napan Yaur untuk perikanan ikan kerapu dan di Sekitar Perairan Wasior, Yoopmeos dan Sombokoro untuk perikanan pelagis. Pengkajian lapangan secara intensif dilaksanakan pada selama bulan Maret-Mei 2016.

Pendataan ikan demersal untuk dua jenis ikan kerapu (*Epinephelus fuscoguttatus* dan *Plectropomus leopardus*) diperoleh dari hasil tangkapan nelayan. Ikan hasil tangkapan nelayan diukur panjang dan beratnya. Disamping itu, data sekunder dari UD Pulau Mas digunakan untuk menghitung varasi tangkapan dan estimasi jumlah tangkapan lestari. Pendataan ikan pelagis (*Decapterus* sp dan *Rastreliger* sp) diperoleh dari hasil tangkapan bagan dan kegiatan pemancingan.

2.2 Analisis data

2.2.1 Metode berbasis panjang ikan

Metode pendugaan stok secara langsung berbasis pada panjang ikan menggunakan perangkat lunak FISAT dikembangkan dari paket ELEFAN (Electronic Length Frequency Analysis) dan LFSA (Length-based Fish Stock Assessment). Pendekatan ini dijadikan paket standar metode yang didasarkan pada panjang. Metode ini digunakan untuk menghitung perkiraan parameter pertumbuhan dari ukuran panjang ikan, pertumbuhan tumbuh dan frekuensi panjang, perkiraan mortalitas dan parameter yang terkait, Identifikasi rekrutmen musiman, prediksi dari produksi per rekrut (Y/R) dari model Beverton dan Holt (1957) dan Thompson dan Bell (1934) untuk single atau multi spesies. Estimasi relative Y/R menggunakan formula (Gayaniilo et al. 2006) :

$$Y / R = E \cdot U^{M/K} \left\{ 1 - \frac{3U}{1+m} + \frac{3U^2}{1+2m} + \frac{U^3}{1+3m} \right\}$$

Dimana

$$U = 1 - (L_c / L_\infty)$$

$$m = K / Z$$

L_c = Panjang ikan yang tertangkap

E = Laju eksploitasi

2.2.2 Metode surplus produksi

Pendugaan *Maximum Sustainable Yield* (MSY) = Produksi Maksimum Lestari. Metode ini mempertimbangkan secara menyeluruh aspek biologi, ekonomi dan sosial dalam memprediksi strategi penangkapan optimal bagi usaha perikanan. Model surplus produksi berdasarkan model Schaefer (1954) dan Fox (1970). Data yang diperlukan untuk menghitung MSY adalah data hasil tangkapan dan upaya (*effort*). Analisis ini menggunakan alat bantu perangkat lunak ASPIC versi 5 (Prager 2011).

2.2.3 Metode Visual Sensus Biomass

Pendekatan yang digunakan adalah analisis spasial kondisi karang dan biomassa ikan karang. Kebutuhan data dan informasi yang diperoleh adalah kondisi penutupan karang, biomas ikan karang serta analisis citra untuk menentukan luasan kondisi karang. Metode yang dilakukan adalah *visual sensus underwater* dengan bantuan penyelam minimal 2 orang. Penyelam mengambil data penutupan dasar substart dan jenis ikan karang (target kajian) dengan garis referensi transek garis sepanjang 100 meter dengan metode pendataan LIT (*Line Intercept Transect*). Selanjutnya untuk menganalisis citra yang menggunakan algoritma untuk menentukan luasan kondisi penutupan karang dan sebaran jenis ikan pada kategori penutupan karang. Dari data dan informasi yang di peroleh dari hasil VSU yang merekomendasikan biomas ikan berdasarkan kategori kondisi karang akan di konversi kedalam luasan kondisi karang (berdasarkan kondisi) hasil analisis citra. Keluaran yang diperoleh adalah pendugaan stok ikan berdasarkan luasan karang (kondisi penutupan karang) di wilayah tertentu.

2.2.4 Produktifitas Alat Tangkap

Kemampuan tangkap dari suatu jenis alat tangkap adalah jumlah hasil tangkapan (satuan berat atau individu (ekor) selama alat tangkap dioperasikan. Dengan demikian dapat juga dikatakan kemampuan tangkap adalah produktivitas penangkapan. Produktivitas penangkapan diperoleh dengan perbandingan terbalik antara jumlah hasil tangkapan dengan lama waktu (menit) suatu alat tangkap dioperasikan.

Menurut Choliq *et al.* (1994) dalam Setyorini *et al.* (2009) pengukuran produktivitas dari armada tangkap meliputi produktivitas per trip penangkapan per ukuran armada tangkap, per nomor mata pancing, dan per nomor tali pancing. Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$\text{Produktivitas} = \frac{\sum \text{produksi}}{\sum \text{unit input}}$$

Pengukuran efisiensi teknis diestimasi dengan menggunakan perangkat lunak komputer program FRONT 4.1 dengan model fungsi produksi frontier (Coelli 1996). Dengan model ini efisiensi digambarkan sebagai hubungan langsung antara jumlah ikan yang ditangkap dengan spesifikasi armada kapal dan sumber daya yang terdapat pada armada tangkap. Model fungsi produksi frontier ditetapkan juga sebagai fungsi produksi Cobb-Douglas. Secara matematis model ini (Jamnia *et al*, 2013) dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\ln Y_i = \beta_0 + \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 \ln X_2 + \beta_3 \ln X_3 + \beta_4 \ln X_4 + V_i - U_i$$

Keterangan:

Y_i : total output (jumlah hasil tangkapan) yang diukur dengan satuan kilogram

X_1 : jumlah hari operasi

X_2 : ukuran armada tangkap perikanan diukur dengan satuan meter

X_3 : nomor mata pancing

X_4 : nomor tali pancing

V_i : kesalahan acak model

U_i : peubah acak (U_i merepresentasikan inefisiensi teknis dari perikanan)

Identifikasi terhadap sumber-sumber yang menjadi penyebab terjadinya inefisiensi teknis, dianalisis dengan model sebagai berikut (Coelli 1996):

$$U_i = \delta_0 + \delta_1 Z_1 + \delta_2 Z_2 + \delta_3 Z_3$$

Keterangan:

U_i : Nilai inefisiensi teknis

Z_1 : Jenis tenaga pendorong

Z_2 : Jarak daerah penangkapan

Z_3 : Umur nelayan

2.2.5 Musim penangkapan ikan

Musim ikan pada setiap tahun merupakan periode (bulan) di mana jumlah hasil tangkapan lebih besar dari rata-rata hasil tangkapan bulanan selama periode tahun tersebut (Uktolseja 1993). Analisisnya yang digunakan untuk menduga musim ikan adalah sebagai berikut:

$$\bar{X}_j = 1/t \sum X_{ij}$$

Di mana:

\bar{X}_j : rata-rata hasil tangkapan bulanan selama periode t tahun

X_{ij} : produksi bulanan pada bulan ke-j tahun ke-i

Musim ikan dapat diketahui dengan membandingkan \bar{X}_j dengan rata-rata hasil tangkapan total (\bar{X}). Apabila $\bar{X}_j > \bar{X}$, ini berarti musim ikan dan sebaliknya $\bar{X}_j < \bar{X}$ tidak musim. Nilai \bar{X} dapat dihitung sebagai berikut :

$$\bar{X} = 1/n \sum X_{ij}$$

Di mana : $n = \sum n_i = 12 \text{ bulan/tahun} \times t \text{ tahun}$

2.2.6 Jumlah Tangkapan Diperbolehkan (JTB)

JTB adalah amanah undang-undang untuk tindakan pengelolaan sebagaimana UU No. 31 Tahun 2004 Jo. UU No. 45 Tahun 2009 tentang Perikanan khususnya pada Pasal 7 ayat (1) huruf C, yang berbunyi “Dalam rangka mendukung kebijakan pengelolaan sumberdaya ikan, Menteri menetapkan: Jumlah tangkapan yang diperbolehkan di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (WPP-RI).

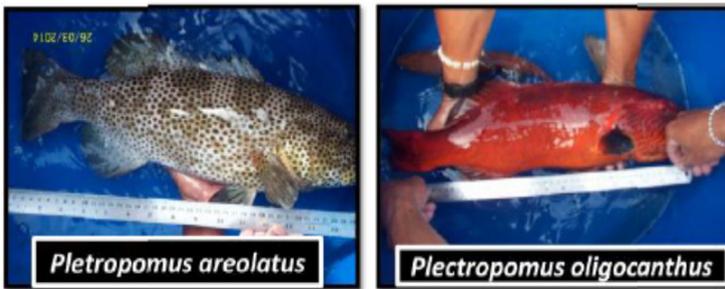
JTB ditentukan berdasarkan hasil kajian pada sentra produksi di setiap WPP untuk mendapatkan data dan informasi, sehingga penentuan JTB di setiap WPP akan lebih akurat. Berdasarkan hal tersebut, maka penentuan JTB pada sentra produksi di berbagai wilayah perairan menjadi penting. Secara umum $JTB = 50\% \times MSY$. Perhitungan JTB dalam kajian ini berdasarkan MSY dan Tren CPUE. CPUE adalah indikator stok yang ada di dalam perairan. Jika tren CPUE menurun, maka menunjukkan mulai adanya ketidakseimbangan antara stok ikan yang tersedia dengan jumlah upaya penangkapan.

III. PERIKANAN DEMERSAL

Potensi perikanan di perairan Papua saat ini menjadi komoditi penting dalam mensuplai ketersediaan komoditi perikanan di Indonesia. Sejalan dengan tren perikanan dunia dimana pengelolaan perikanan yang baik menjadi tolak ukur konsumen dalam memilih produk yang berasal dari laut. Beberapa perikanan di Indonesia saat ini melaksanakan program perbaikan pengelolaan perikanan dengan pendampingan dari WWF-Indonesia dan LSM lain. Perbaikan pengelolaan perikanan ini menjadi penting, mengingat Kepmen Kelautan dan Perikanan 45/2011 tentang estimasi potensi perikanan di Indonesia, menunjukkan bahwa stok perikanan Indonesia didominasi oleh status tangkap penuh dan tangkap lebih. Untuk mewujudkan perikanan tangkap nasional berkelanjutan diharapkan bahwa laju penangkapan sumber daya (stok) ikan tidak melebihi potensi produksi lestari (maximum sustainable yield/MSY). Total MSY sumber daya ikan laut Indonesia 6,5 juta ton per tahun. Tahun 2010 total produksi ikan laut 5,1 juta ton. Total MSY ikan perairan tawar 0,9 juta ton per tahun dan baru dimanfaatkan 0,5 juta ton.

Potensi perikanan di TNTC didata melalui pendataan langsung lapangan yang difokuskan pada beberapa lokasi seperti di Bagan (untuk komoditi perikanan Ikan Pelagis) dan keramba jaring apung milik UD. Pulau Mas untuk jenis perikanan ikan demersal seperti jenis ikan kerapu (Gambar 1). Data stok yang diperoleh semuanya menggunakan data frekuensi panjang dan berat ikan. Data ini kemudian dianalisis dengan bantuan program FISAT, melalui analisis ELEFAN untuk mengetahui model pertumbuhan, mortalitas dan stok yang nantinya menjadi tolak ukur dalam pengelolaan perikanan secara berkelanjutan di TNTC Papua Barat.



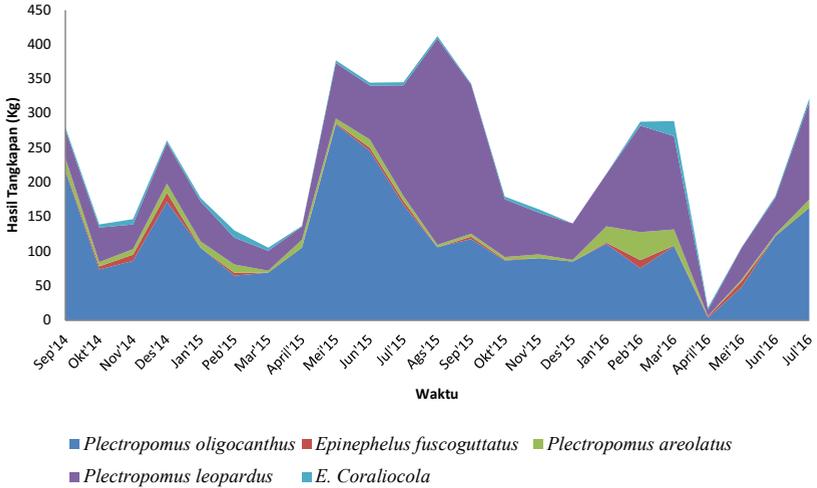


@ foto dari Sampari Suruan
Gambar 1. Jenis Ikan Kerapu yang dijual nelayan

3.1 Hasil Tangkapan ikan kerapu di TNTC

3.1.1 Pulau Nurage (Yaur)

Hasil tangkapan ikan kerapu yang dianalisis berdasarkan data dari perairan sekitar Pulau Nurage (Yaur), didominasi oleh kerapu jenis *Plectropomus oligocanthus* (rata-rata 118 kg/bulan) dan diikuti oleh *P. leopardus* (rata-rata 86 kg/bulan). Dominasi kedua spesies ini terjadi sepanjang tahun, seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Kerapu jenis *Epinephelus fuscoguttatus* dan *E. Coraliocola* paling sedikit tertangkap di daerah ini, dimana produksi setiap bulan secara rata-rata kurang dari 10 kg. Total hasil tangkapan untuk semua jenis kerapu bervariasi berdasarkan bulan, mulai dari yang terendah sekitar 20 kg pada Bulan April 2016 dan tertinggi 412 kg pada Bulan Agustus 2015 yang bersesuaian dengan puncak musim *P. leopardus* di perairan tersebut.

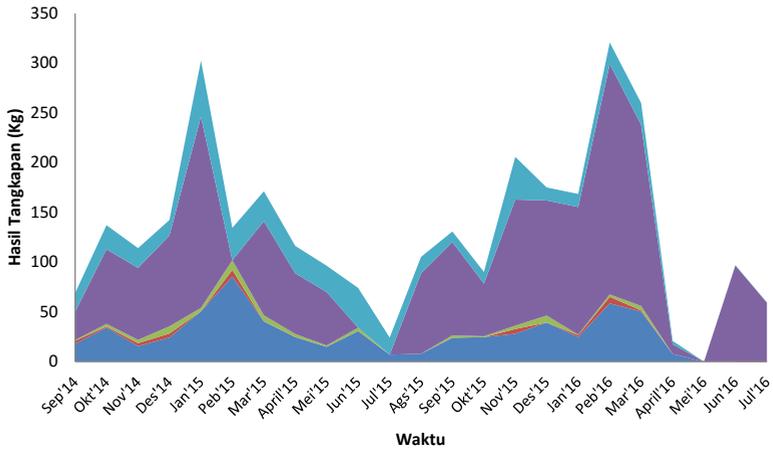


Gambar 2. Komposisi kerapu yang tertangkap di perairan sekitar Pulau Nurage

3.1.2 Kwatisore

Sedikit berbeda dengan hasil tangkapan ikan kerapu di perairan Pulau Nurage, jenis kerapu yang paling dominan di perairan Kwatisore adalah *P. leopardus* (rata-rata 97 kg/bulan) dan diikuti oleh *P. oligocanthus* (rata-rata 30 kg/bulan). Ini terjadi hampir setiap bulan, kecuali pada Juni dan Juli 2015, dimana jenis *P. leopardus* hampir tidak ada yang tertangkap (Gambar 3). Di perairan Kwatisore, jenis kerapu *E. Coraliocola* sedikit lebih banyak tertangkap dibandingkan dengan di Pulau Nurage, yakni rata-rata 23 kg/bulan. Kerapu jenis *Epinephelus fuscoguttatus* dan *P. areolatus* paling sedikit yang tertangkap.

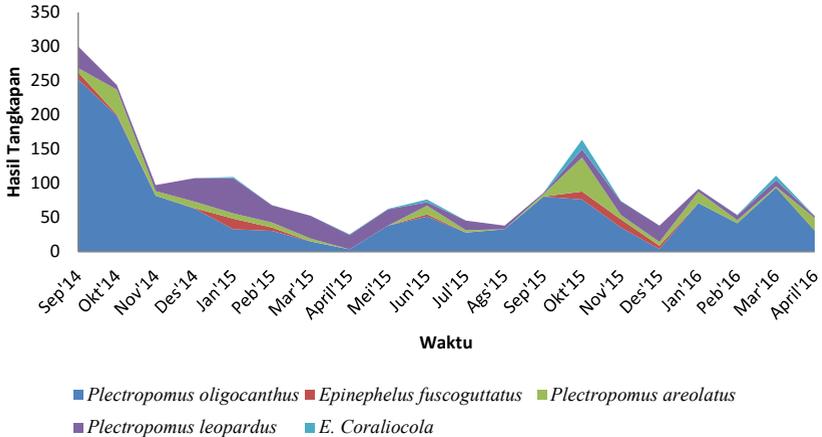
Total hasil tangkapan ikan kerapu tertinggi untuk semua spesies terjadi pada bulan Pebruari 2016 (321 Kg) dan Januari 2015 (302 Kg) yang bersesuaian dengan musim penangkapan kerapu jenis *P. leopardus* di perairan sekitar Kwatisore. Total produksi kerapu terendah pada bulan Mei 2016 (0 Kg) dan Juli 2015 (24 Kg).



Gambar 3. Komposisi kerapu yang tertangkap di perairan sekitar Kwatisore

3.1.3 Windesi

Hasil tangkapan ikan kerapu di perairan sekitar Windesi pada tahun 2015 dan 2016 mengalami penurunan yang sangat nyata dibandingkan dengan September dan Oktober 2014 (Gambar 4). Fenomena ini tidak dapat dijelaskan karena keterbatasan data dan informasi tentang perikanan di kawasan tersebut. Jenis ikan kerapu yang mendominasi hasil tangkapan di perairan sekitar Windesi adalah jenis *P. oligocanthus* (rata-rata 63 kg/bulan). Jenis yang lain rata-rata relatif sama jumlahnya. Total hasil tangkapan ikan kerapu tertinggi terjadi pada bulan September 2014 dan Oktober 2015 yang bersesuaian dengan musim penangkapan ikan kerapu *P. oligocanthus* dan *P. areolatus* di perairan sekitar Windesi.

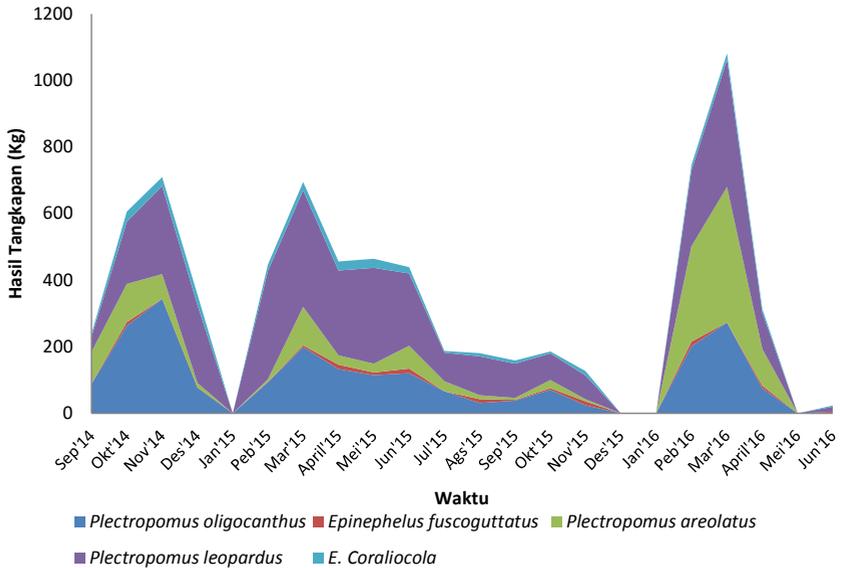


Gambar 4. Komposisi kerapu yang tertangkap di perairan sekitar Windesi

3.1.4 Rumberpon

Hasil tangkapan ikan kerapu di perairan sekitar Rumberpon merupakan yang paling banyak dibandingkan dengan daerah lain di kawasan TNTC. Ikan kerapu yang ditangkap di perairan ini didominasi oleh *P. oligocanthus* (rata-rata 123 kg/bulan), *P. leopardus* (rata-rata 187 kg/bulan), dan *P. areolatus* (rata-rata 84 kg/bulan).

Pada beberapa bulan tertentu, yakni Januari 2014, Desember 2015, Januari 2016 dan Mei 2016 tidak tersedia data hasil tangkapan ikan kerapu di Rumberpon. Namun demikian, total produksi ikan kerapu menunjukkan fluktuasi bulanan yang jelas, dimana pada bulan November 2014 (710 Kg), Maret 2015 (695 Kg), dan Maret 2016 (1082 Kg) merupakan puncak produksi ikan kerapu di perairan sekitar Rumberpon. Puncak produksi ini bersesuaian dengan puncak musim penangkapan untuk kerapu jenis *P. oligocanthus*, *P. leopardus*, dan *P. areolatus* di perairan sekitar Rumberpon. Hal ini sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Komposisi kerapu yang tertangkap di perairan sekitar Rumberpon

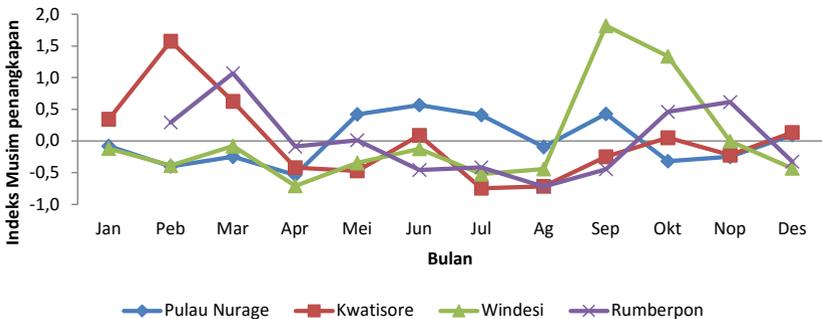
Ikan kerapu di kawasan Taman Nasional Teluk Cenderawasih (TNTC) ditangkap dengan menggunakan pancing ulur (*bottom hand line*). Alat tangkap ini merupakan alat tangkap pasif. Oleh karena itu, hasil tangkapan dengan alat ini tergantung kepada kelimpahan ikan di perairan; dimana semakin tinggi kelimpahan ikan maka akan semakin banyak peluang mata pancing (umpan) ditemukan oleh ikan. Dengan demikian, jenis-jenis ikan kerapu yang banyak tertangkap di setiap lokasi perairan di kawasan TNTC mengindikasikan bahwa jenis-jenis tersebut masih ditemukan dalam jumlah yang melimpah di lokasi tersebut. Secara umum, berdasarkan data produksi hasil tangkapan yang diuraikan di atas, yang masih melimpah di semua lokasi perairan di TNTC adalah kerapu jenis *Plectropomus oligocanthus* dan *P. leopardus*. Kerapu jenis *P. areolatus* hanya ditemukan relatif melimpah di perairan sekitar Rumberpon.

3.1.5 Musim Penangkapan Ikan

Musim penangkapan ikan dianalisis berdasarkan data produksi. Hasil analisis menunjukkan bahwa bila produksi pada bulan tertentu lebih besar dari produksi rata-rata bulanan (yang ditunjukkan oleh nilai indeks musim bernilai lebih besar dari nol), maka dapat dikatakan bahwa bulan tersebut termasuk sebagai musim penangkapan ikan. Berikut ini akan diuraikan musim penangkapan dari beberapa jenis kerapu yang ada di beberapa lokasi di TNTC.

3.1.5.1 *Plectropomus oligocanthus*

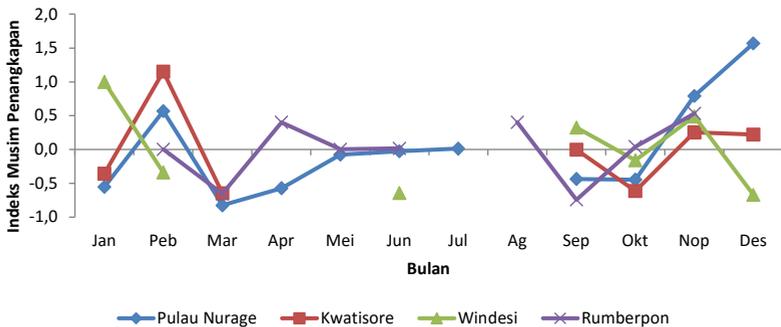
Jenis kerapu *P. oligocanthus* termasuk yang banyak tertangkap di TNTC. Musim penangkapan untuk jenis ini berbeda-beda untuk beberapa lokasi di TNTC (Gambar 6). Pada lokasi Pulau Nurage (Yaur), musim penangkapan terjadi pada bulan-bulan pertengahan tahun, yakni Mei – Juli dan Oktober. Di Kwatisore, musim penangkapan ikan kerapu ini terjadi pada awal tahun (Januari – Maret). Di Windesi, musim penangkapan ikan kerapu ini terjadi pada akhir tahun, yakni bulan September dan Oktober. Di Rumberpon, musim penangkapan ikan ini terjadi pada awal tahun (bulan Februari – Maret) dan akhir tahun (Oktober – November).



Gambar 6. Musim penangkapan *Plectropomus oligocanthus* di beberapa lokasi perairan di Taman Nasional Teluk Cenderawasih

3.1.5.2 *Epinephelus fuscoguttatus*

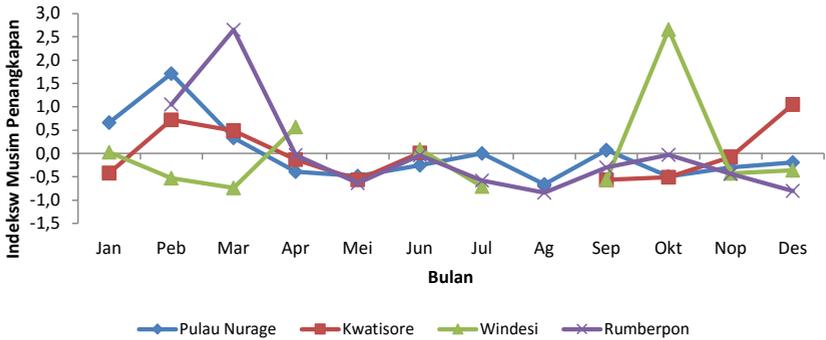
Jenis kerapu *P. oligocanthus* tertangkap dalam jumlah yang sangat kecil di TNTC. Sama halnya dengan jenis kerapu yang lain, musim penangkapan untuk jenis ini berbeda-beda untuk beberapa lokasi di TNTC (Gambar 7). Pada lokasi Pulau Nurage (Yaur), musim penangkapan terjadi pada bulan Pebruari dan November - Desember. Di Kwatisore, musim penangkapan ikan kerapu ini terjadi pada bulan yang sama dengan yang di Pulau Nurage, yakni bulan Pebruari, November dan Desember. Di Windesi, musim penangkapan ikan kerapu *P. fuscoguttatus* terjadi pada bulan Januari dan akhir tahun (September dan November). Di Rumberpon, musim penangkapan ikan ini terjadi pada bulan April, Agustus dan November.



Gambar 7. Musim penangkapan *Epinephelus fuscoguttatus* di beberapa lokasi perairan di Taman Nasional Teluk Cenderawasih

3.1.5.3 *Plectropomus areolatus*

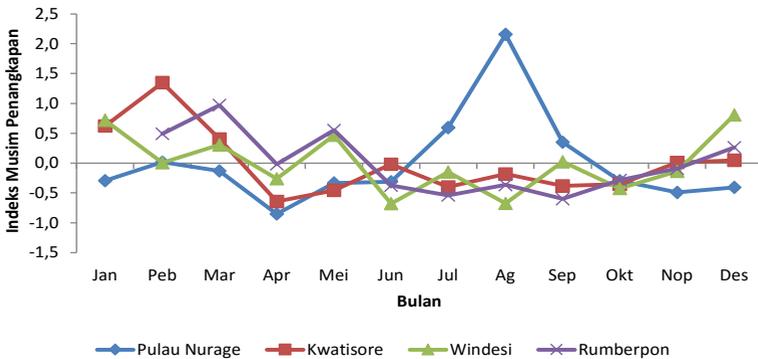
Jenis kerapu *P. areolatus* tidak banyak tertangkap di kawasan TNTC, kecuali di lokasi Rumberpon. Musim penangkapan untuk jenis ini berbeda-beda untuk beberapa lokasi di TNTC (Gambar 8). Pada lokasi Pulau Nurage (Yaur), musim penangkapan terjadi pada bulan-bulan awal tahun, yakni Januari – Maret. Di Kwatisore, musim penangkapan ikan kerapu ini terjadi pada awal tahun (Pebruari – Maret) dan Desember. Di Windesi, musim penangkapan ikan kerapu *P. areolatus* terjadi pada bulan April dan Oktober. Di Rumberpon, musim penangkapan ikan ini terjadi pada awal tahun (bulan Pebruari – Maret).



Gambar 8. Musim penangkapan *Plectropomus areolatus* di beberapa lokasi perairan di Taman Nasional Teluk Cenderawasih

3.1.5.4 *Plectropomus leopardus*

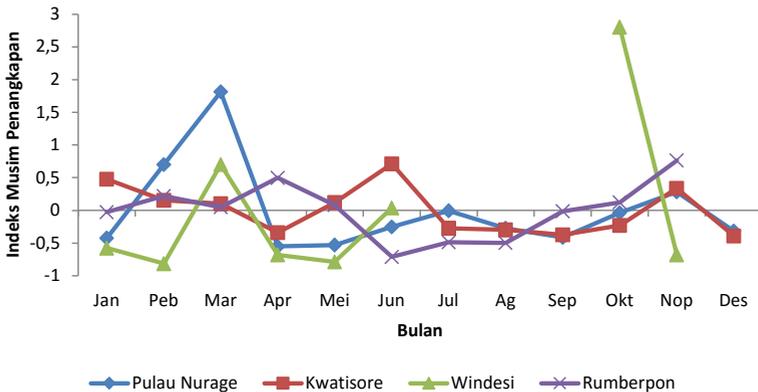
Jenis kerapu *P. leopardus* termasuk yang sangat banyak tertangkap di TNTC. Musim penangkapan untuk jenis ini berbeda-beda untuk beberapa lokasi di TNTC (Gambar 9). Pada lokasi Pulau Nurage (Yaur), musim penangkapan terjadi pada bulan-bulan pertengahan tahun, yakni Juli - September. Di Kwatisore, musim penangkapan ikan kerapu ini terjadi pada awal tahun (Januari – Maret). Di Windesi, musim penangkapan ikan kerapu *P. oligocanthus* terjadi pada bulan Januari, Maret dan Desember. Di Rumberpon, musim penangkapan ikan ini terjadi pada awal tahun (bulan Pebruari – Mei) dan akhir tahun (Desember).



Gambar 9. Musim penangkapan *Plectropomus leopardus* di beberapa lokasi perairan di Taman Nasional Teluk Cenderawasih

3.1.5.5 *Epinephelus coraliocola*

Jenis kerapu *Epinephelus coraliocola* hanya sedikit tertangkap di TNTC. Musim penangkapan untuk jenis ini berbeda-beda untuk beberapa lokasi di TNTC (Gambar 10). Pada lokasi Pulau Nurage (Yaur), musim penangkapan terjadi pada bulan Pebruari – Maret dan November. Di Kwatisore, musim penangkapan ikan kerapu ini terjadi pada awal tahun (Januari – Maret), Mei-Juni, dan November. Di Windesi, musim penangkapan ikan kerapu *Epinephelus coraliocola* terjadi pada bulan Maret dan Oktober. Di Rumberpon, musim penangkapan ikan ini terjadi pada awal tahun (bulan Januari – April) dan akhir tahun (Oktober - November).



Gambar 10. Musim penangkapan *Epinephelus coraliocola* di beberapa lokasi perairan di Taman Nasional Teluk Cenderawasih

Pengetahuan tentang musim penangkapan ikan penting dalam pengelolaan sumberdaya perikanan. Pada saat musim penangkapan secara biologi berarti bahwa terjadi peningkatan rekrutmen; yakni masuknya ikan-ikan dalam ukuran fase yang dapat dieksploitasi ke dalam perikanan. Untuk itu, sangat penting untuk memonitor ukuran-ukuran ikan pada periode tersebut dalam rangka mengetahui apakah ada ikan-ikan yang ukurannya tergolong ilegal (*illegal size*). Terutama ikan-ikan yang masih belum pernah melakukan reproduksi. Sebagai acuan, ukuran minimum beberapa jenis kerapu waktu pertama kali matang gonad disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Ukuran pertama kali matang gonad (*maturity*) dari beberapa jenis kerapu

No	Jenis Kerapu	Ukuran pertama matang gonad (cm)
1	Kerapu putih (<i>Plectropomus areolatus</i>)	41
2	Kerapu sunuk (<i>P. Leopardus</i>)	21
3	Kerapu macan (<i>Epinephelus fuscoguttatus</i>)	50
4	Kerapu tikus (<i>Chromileptes altivelis</i>)	39
5	Kerapu Cambang (<i>Plectropomus oligocanthus</i>)	42

Sumber : www.fishbase.com

3.2 Ikan kerapu di sekitar Perairan Rumberpon

3.2.1 Sebaran Panjang *P. leopardus*, *P. oligocanthus* *P. areolatus*

Frekuensi panjang dan berat sesungguhnya menjelaskan tentang jumlah ikan yang tertangkap dengan ukuran panjang dan/atau berat tertentu. Frekuensi panjang dan berat pada ikan kerapu *P. leopardus* tersaji pada Gambar 11 dan Tabel 2 yang menyatakan bahwa frekuensi panjang ikan tersebut paling banyak berada pada selang panjang yang cukup lebar yakni 34–35 cm dan juga selang pada ukuran sedang yakni 19–20 cm. Distribusi bobot ikan cenderung tidak mengikuti pertumbuhan panjang. Hal ini terlihat dari distrubsi berat pada ukuran pangan 34–35 cm hanya seberat 600 gram dan pada ukuran panjang sedang (19–20 cm) dengan bobot seberat 100 gram.

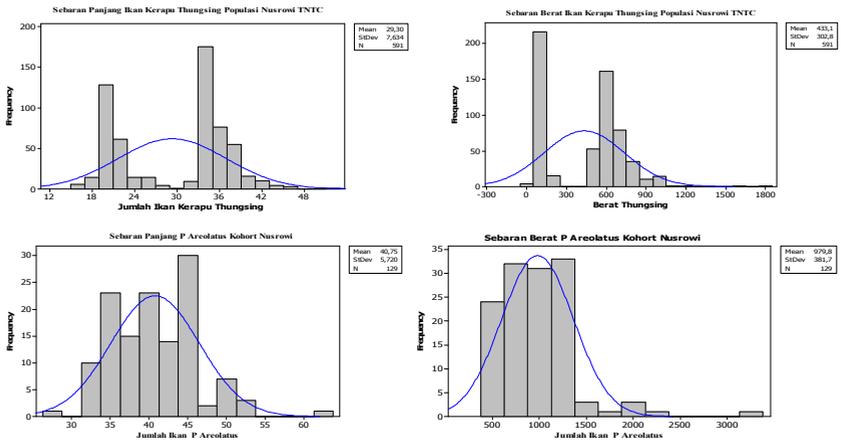
Selanjutnya *P. oligochantus* dengan ($n = 39$) merupakan jenis yang paling sedikit tertangkap oleh nelayan. Sebaran data panjang memperlihatkan bahwa jenis ini paling banyak tertangkap pada ukuran 34 cm dan 46 cm, sementara ukuran paling sedikit pada ukuran 32, 40 dan 42 cm. Sebaran berat pada ikan kerapu banyak ditemukan pada ukuran 700 gram dan 1200 gram, sementara berat ikan paling rendah pada ukuran 500 gram, 600 gram dan 1400 gram.

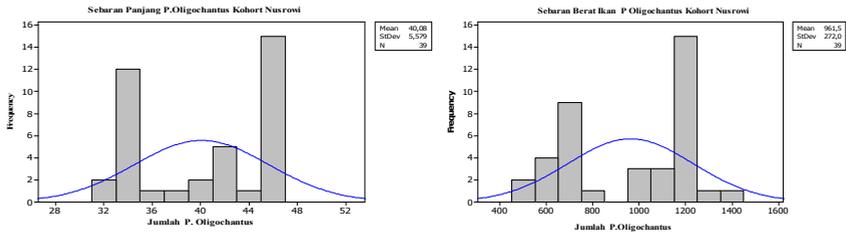
E. areolatus ($n = 129$ ekor) merupakan alah satu jenis kerapu yang banyak tertangkap oleh nelayan. Dari sebaran ikan tertangkap, frekuensi panjang banyak ditemukan pada ukuran 35 cm, 40 cm dan 45 cm, sementara berat dari ikan ini banyak tertangkap pada ukuran 900 gram, 1000 gram dan 1300 gram.

Tabel 2. Analisis Deskriptif Jenis Kerapu

Jenis Kerapu	Berat Rerata dan STDV (N) Min-Max	Panjang Rerata dan STDV (N) Min-Max
<i>P. leopardus</i>	433,1±302,8 (591) 40 – 600	29,2±7,64 (591) 15 – 51
<i>P. oligochantus</i>	961,5±272 (39) 500 – 3200	40,007±5,6 (39) 32 – 46
<i>P. areolatus</i>	979,8±381,7 (129) 500 – 3200	40,75±5,75 (129) 34 – 62

Jenis ikan kerapu yang tertangkap nelayan di Perairan Rumberpon memiliki frekuensi sebaran panjang dan berat yang tidak normal. Sebagaimana yang disampaikan oleh Effendi (1997) bahwa analisis frekuensi panjang dan berat digunakan untuk menentukan kelompok ukuran ikan yang didasarkan pada anggapan bahwa frekuensi panjang individu spesies pada kelompok umur yang sama akan bervariasi dan mengikuti pola sebaran normal (Effendi, 1997). Jika melihat penjelasan di atas maka, kemungkinan jumlah ikan yang ditangkap tidak merupakan satu kelompok umur yang sama meskipun berasal dari satu populasi yang sama. Hasil tangkapan nelayan berasal dari lokasi penangkapan yang tersebar di antara berbagai tipe terumbu karang (*reef front*, *reef slope* dan *reef flat*) dan habitat yang spesifik (teluk, terlindung dan terbuka terhadap perairan bebas).



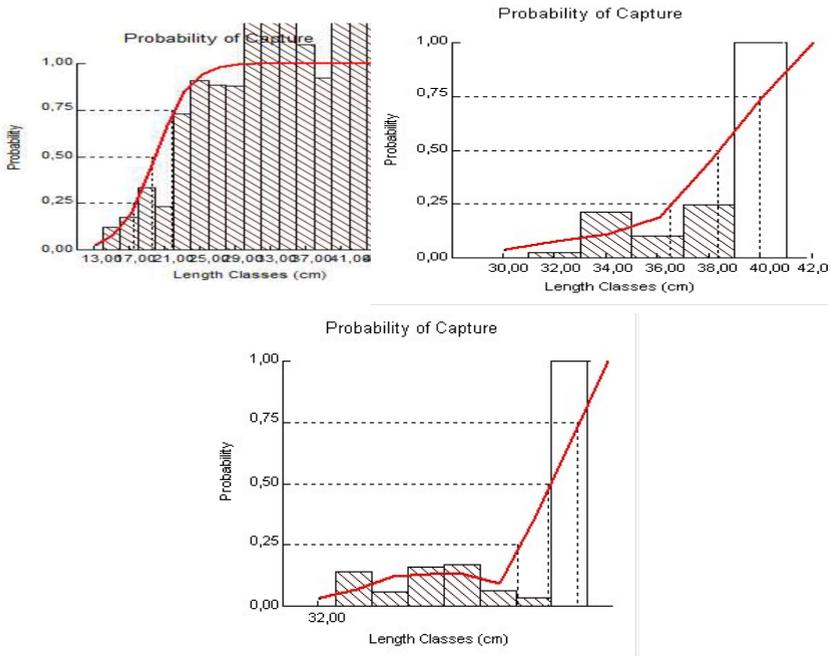


Gambar 11. Sebaran Frekuensi Panjang dan Berat *P. leopardus*, *P. areolatus* dan *P. oligochantus*

Berdasarkan pada analisis peluang, *P. leopardus* yang tertangkap (*probability of capture*) diperoleh peluang untuk 25% ikan tertangkap (L-25%) untuk ikan kerapu yang berukuran maksimum 17,90 cm (Gambar 2). Peluang 50% ikan tertangkap (L-50%) terjadi pada ukuran maksimum 19,64 cm dan peluang 75% ikan tertangkap (L-75%) terjadi pada ukuran maksimum 21,91 cm. Hal ini menjelaskan bahwa semakin besar ukuran ikan maka ikan tersebut akan semakin besar peluangnya tertangkap.

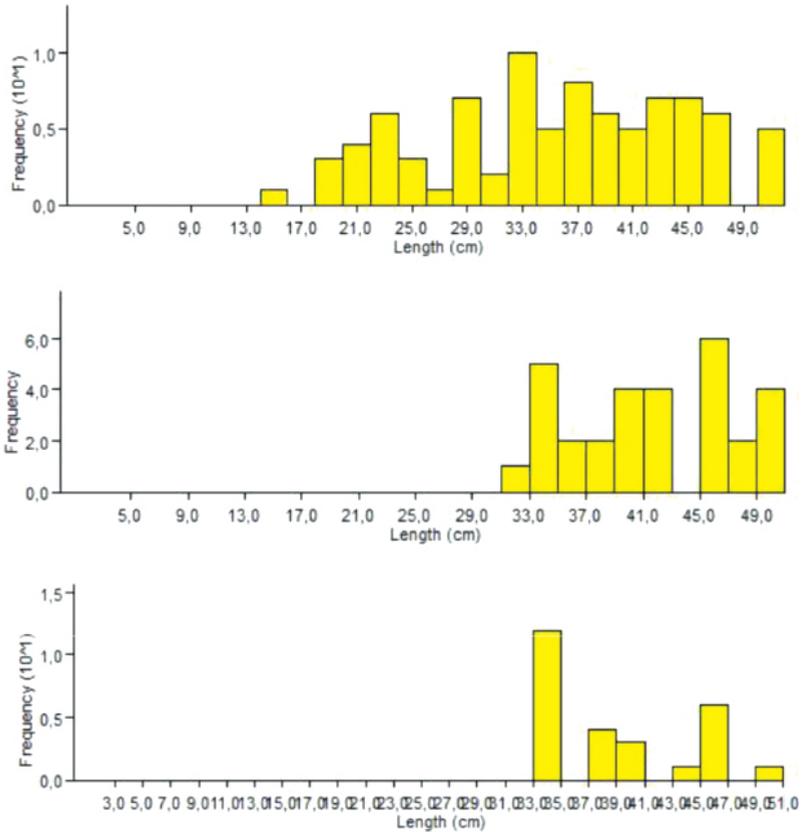
P. oligochantus berpeluang 25% tertangkap (L-25%) pada ukuran maksimum 36,47 cm, dan berpeluang 50% tertangkap (L-50%) pada ukuran maksimum 38,33 cm. Peluang 75% ikan tertangkap (L-75%) terjadi pada ukuran maksimum 40,01 cm. *P. areolatus* memiliki peluang tertangkap sebesar 25% (L-25%) pada ukuran maksimum 43,15 cm. Peluang 50% ikan tertangkap (L-50%) terjadi pada ukuran maksimum 44,85 cm, dan peluang terbesar (L-75%) ikan tertangkap pada ukuran maksimum 46,44 cm.

Selanjutnya, distribusi ukuran baik panjang dan berat dari setiap jenis ikan kerapu terkait dengan kelompok umur ikan ketika ikan tersebut tertangkap oleh nelayan. Biasanya umur ikan secara visual dapat terlihat dari ukuran panjang dan bobot tubuh dari ikan. Secara jelas, kelompok umur dari ikan kerapu tersaji pada Gambar 12.



Gambar 12. Grafik *probability of capture* dari *P. leopardus* (kiri atas), *P. oligochantus* (kanan atas) dan *P. areolatus* (bawah).

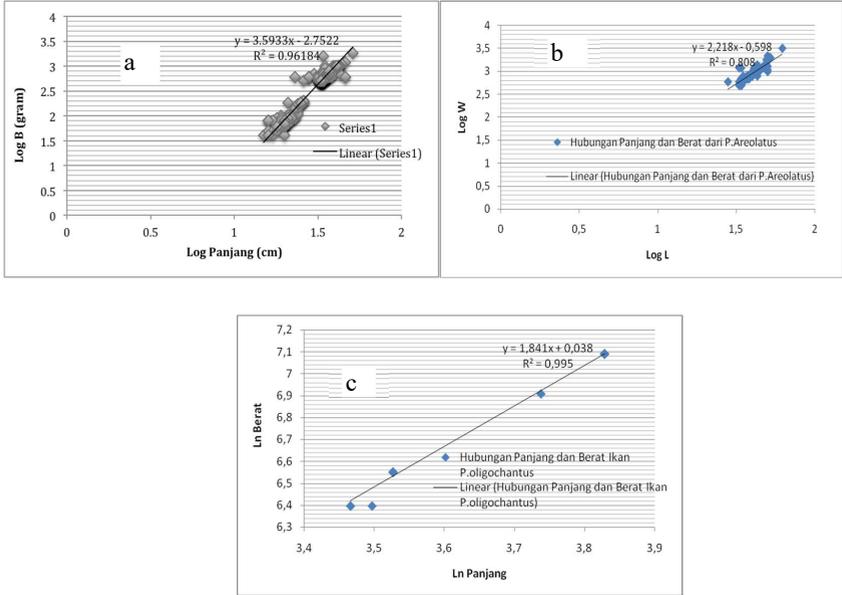
Kelompok umur *P. leopardus* cenderung lebih bervariasi dikarenakan data yang terkumpul dalam durasi waktu (2014 - 2016). Frekuensi kelompok umur *P. leopardus* banyak ditemukan pada ukuran 33 cm, dan ukuran 33 - 48 cm paling banyak tertangkap (Gambar 13). Frekuensi umur *P. oligochantus* terdistribusi pada kelas ukuran 33 - 49 cm, sementara *P. areolatus* berkisar kelompok ukuran 35 - 51 cm, dengan jumlah individu tertangkap yang relatif lebih rendah. Kelompok umur *P. leopardus* terdiri dari tiga kelompok umur masing-masing berdasarkan tiga puncak dari interval ukuran panjang. Jenis *P. oligochantus* dan *P. areolatus* hanya memiliki dua kelompok umur berdasarkan ukuran panjang.



Gambar 13. Kelompok Umur Jenis
P. leopardus (atas), *P. oligochantus* (tengah) dan *P. areolatus* (bawah).

3.2.2 Hubungan Panjang dan Berat *P. leopardus*, *P. oligochantus* dan *P. areolatus*

Analisis hubungan panjang dan berat ikan dilakukan untuk menentukan model pertumbuhan, dengan mengasumsikan bahwa berat merupakan fungsi dari panjang ikan. *P. leopardus* menunjukkan bahwa nilai koefisien b adalah 3,59. *P. areolatus* memiliki nilai $b = 2,22$. *P. oligochantus* memiliki nilai $b = 1,84$ (Gambar 14).



Gambar 14. Hubungan Panjang dan Berat Ikan: a. *P. leopardus*, b. *P. areolatus* dan c. *P. oligochantus*

Hubungan panjang berat *P. leopardus* mengikuti persamaan $W=3,59L^{-2,75}$, dengan koefisien determinasi (R^2) = 0,96. Hal ini menunjukkan 96 % variasi dari berat ikan kerapu tersebut dapat dijelaskan oleh ukuran panjang ikan. Hasil analisis regresi linear menghasilkan nilai b sebesar 3,59. Nilai b tersebut lebih besar dari 3 yang menunjukkan bahwa model pertumbuhan ikan kerapu *P. leopardus* mengikuti pola alometrik positif ($b>3$) yang artinya bertumbuhan panjang ikan ini cenderung lebih lambat dibandingkan pertumbuhan berat (Effendie, 1997). Dengan kata lain, laju pertumbuhan berat *P. leopardus* lebih dominan dibandingkan laju pertumbuhan panjangnya. Model hubungan panjang dan berat diperlihatkan pada Gambar 15 dan Tabel 3.

Tabel 3. Nilai a, b dan R² Ikan kerapu

Jenis Ikan	Parameter Pertumbuhan	Nilai
<i>P. leopardus</i>	a	-2,7
	b	3,59
	R ²	0,96
	Persamaan	3,59x-2,75
<i>P. oligochantus</i>	a	0,04
	b	1,84
	R ²	0,99
	Persamaan	1,84x+0,04
<i>P. areolatus</i>	a	-0,60
	b	2,22
	R ²	0,81
	Persamaan	2,22x-0,60L

Keterangan: a,b=Konstanta, R²=Koefisien determinasi

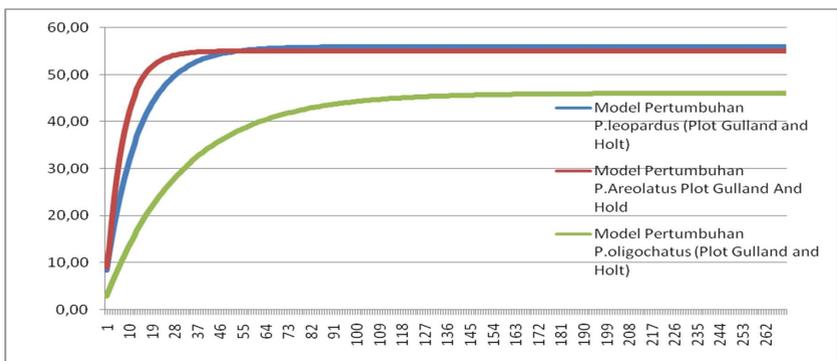
3.2.3 Model Pertumbuhan Ikan *P. leopardus*, *P. oligochantus* dan *P. areolatus*

Model pertumbuhan panjang ikan dalam analisis data ini mengikuti plot Gulland and Holt yang didasarkan pada persamaan dari Von Bertalanffy $L(t) = 55,00 \cdot (1 - \text{Exp}(-0,1)^{t+0,3})$. Analisis umur ikan diperkirakan hingga 49,8 bulan, dan hasilnya tersaji pada **Tabel 4** dan Gambar 15.

Tabel 4. Nilai parameter pertumbuhan panjang antara ikan kerapu

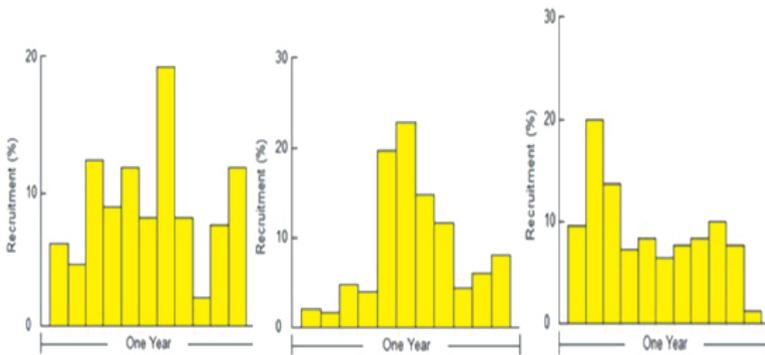
Jenis	Parameter	Nilai
<i>P. leopardus</i>	L_{∞}	53,50 cm
	K	0,1/tahun
	t_0	0,3 tahun
<i>P. areolatus</i>	L_{∞}	56,00 cm
	K	0,44/tahun
	t_0	0,2 tahun
<i>P. oligochantus</i>	L_{∞}	46,00 cm
	K	0,51/tahun
	t_0	0,06 tahun

Pertumbuhan ikan *P. leopardus* termasuk cepat mengingat pada umur 1 tahun 4,2 bulan sudah mendekati ukuran kedewasaan (*mature*). Menurut Pears *et al.* (2007) *disitasi dalam* SRFCA (2009) menyatakan bahwa ukuran ikan dengan panjang total 57 cm berada dalam fase dewasa. Selanjutnya, Binohlan (2010) menyatakan bahwa ikan ini memiliki nilai $k = 0,16 - 0,2$. Berdasarkan pada pendapat peneliti tersebut, maka Nilai $k = 0,6$ yang diperoleh pada kajian ini memberikan pengertian bahwa pertumbuhan *P. leopardus* terkategori cepat dalam mencapai panjang maksimum. Kecepatan pertumbuhan ini disebabkan oleh lingkungan yang cukup mendukung pertumbuhan ikan. Laju pertumbuhan yang cepat menunjukkan kelimpahan makanan dan kondisi tempat hidup yang sesuai (Moyle & Cech 2004 *disitasi dalam* Tutupoho 2008).

Gambar 15. Kurva pertumbuhan *P. leopardus*, *P. areolatus* dan *P. oligochantus*

3.2.4 Pola Rekrutmen

Pola rekrutmen yang dihasilkan dari analisis Program FISAT (Gambar 16) menunjukkan bahwa *P. leopardus* memiliki jumlah rekrutmen yang tinggi pada bulan Agustus (mencapai 19%), sementara jumlah rekrutmen terendah terjadi pada bulan September (5%). *P. oligochantus* menunjukkan jumlah rekrutmen yang tinggi pada bulan Juni sampai Juli (19 dan 21%), dan terendah berada pada bulan Februari-April (2%). *P. areolatus* menunjukkan jumlah rekrutmen tertinggi berada pada bulan Februari (20%) dan bulan Maret (14%) sementara jumlah rekrutmen yang relatif sama terjadi pada bulan Mei–November (8%).



Gambar 16. Analisis proses rekrutmen selama 1 tahun *P. leopardus* (kiri), *P. oligochantus* (tengah) dan *P. areolatus* (kanan)

3.2.4 Mortalitas Ikan

Laju mortalitas (Z), mortalitas alami (M), mortalitas penangkapan (F) dan laju eksploitasi (E) ikan kerapu dapat dilihat pada Tabel 3. Nilai tingkat eksploitasi (E) *P. oligochantus* sebesar 0,23 yang berarti tingkat eksploitasinya masih rendah. *P. areolatus* memiliki nilai E sebesar 0,49 yang artinya sudah sangat mendekati tingkat eksploitasi maksimum yakni $E = 0,5$ (Gulland, 1971 disitasi dalam Pauly, 1984).

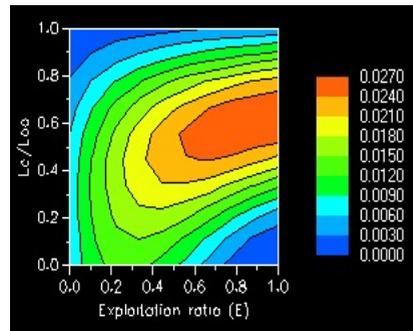
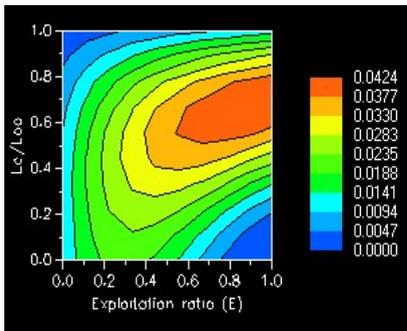
Tabel 5. Estimasi Nilai Mortalitas Ikan Kerapu

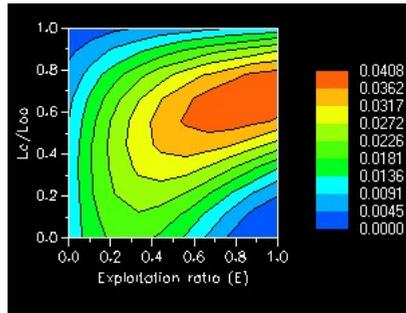
Jenis ikan	Z (tahun-1)	M (tahun-1) pada suhu 310 C	F (tahun-1)	E (tahun-1)
<i>P. oligochantus</i>	1,18	0,91	0,28	0,23
<i>P. areolatus</i>	1,97	1,00	0,97	0,49
<i>P. leopardus</i>	1,91	1,18	0,73	0,38

3.2.5 Yield per Recruitmen

Hasil analisis *yield per recruitmen* (YPR) dapat digunakan sebagai acuan dalam menyusun strategi pemanfaatan sumberdaya perikanan yang berkelanjutan. Hal ini dilakukan dengan cara menetapkan standar ukuran ikan yang dapat ditangkap (*minimum legal size*). Hasil analisis ini juga bermanfaat untuk mengestimasi jumlah hasil tangkapan yang diperoleh pada setiap rekrut ikan, yaitu apabila suatu perikanan dibatasi ukuran yang dapat ditangkap dan tingkat pemanfaatan yang dibolehkan.

Apabila *P. oligochantus* ditetapkan hanya tertangkap pada ukuran $L_c/L_\infty = 0,5$ atau ukuran tertangkap sebesar setengah dari ukuran maksimum ikan, maka untuk tingkat eksploitasi (E) sama dengan 0,5 diperoleh hasil tangkapan per setiap rekrutmen sebesar 0,0377 gram (Gambar 17). Hal yang sama untuk *P. areolatus*, bila diatur ukuran minimum ikan yang diperbolehkan ditangkap adalah setengah dari ukuran maksimumnya, maka pada tingkat eksploitasi 0,5 diharapkan akan mendapatkan hasil tangkapan minimum sebesar 0,0240 gram per rekrut. Demikian pula untuk *P. leopardus*, pada $L_c/L_\infty = 0,5$ dan $E = 0,5$ akan diperoleh YPR sekitar 0,317 gram/rekrut.





Gambar 17. Hasil tangkapan per rekrutmen (*yield per recruitment*) dari kerapu *P. oligochantus* (kiri atas), *P. areolatus* (kanan atas), dan *P. leopardus* (bawah).

Dalam kasus tiga jenis kerapu di atas, pada ukuran ikan yang tertangkap sebesar $L_c/L_\infty = 0,5$, peningkatan upaya penangkapan (tingkat eksploitasi) tidak akan meningkatkan hasil tangkapan per rekrut ikan. Peningkatan upaya penangkapan akan meningkatkan hasil tangkapan per rekrut hanya apabila ukuran minimum ikan yang dapat ditangkap (L_c) dinaikan. Namun peningkatan L_c hanya dapat dilakukan sampai batas tertentu, yakni sekitar 80 % dari panjang maksimum untuk *P. oligochantus* dan sekitar 70 % dari panjang maksimum untuk *P. areolatus* dan *P. leopardus*. Hasil analisis ini memberikan gambaran bahwa L_c yang lebih besar dari ukuran tersebut dapat menurunkan jumlah tangkapan per rekrut meskipun upaya penangkapan ditingkatkan. Disarankan untuk L_c ditetapkan lebih besar dari panjang minimum ikan matang gonad (*Length of first maturity* atau L_m) sehingga memberikan peluang untuk ikan melakukan reproduksi sebelum ditangkap. Sedangkan untuk tingkat eksploitasi disarankan lebih kecil dari tingkat eksploitasi optimum, yakni 0,5.

3.2.6 Potensi Lestari

Hasil analisis perhitungan potensi lestari ikan kerapu didasarkan pada sensus visul dari beberapa lokasi pengamatan disekitar perairan Rumberpon. Lokasi Nuana dilakukan hanya satu stasiun pengamatan, Tetapi pada tiga stasiun pengamatan, Purup pada enam stasiun pengamatan dan Yermatum pada dua stasiun pengamatan. Perhitungan dugaan potensi *maximum sustainable yield* (MSY) tersaji dalam Tabel 6. Pendugaan potensi ini mungkin tidak akurat dari potensi sesungguhnya ada di alam, karena luas terumbu karang digunakan

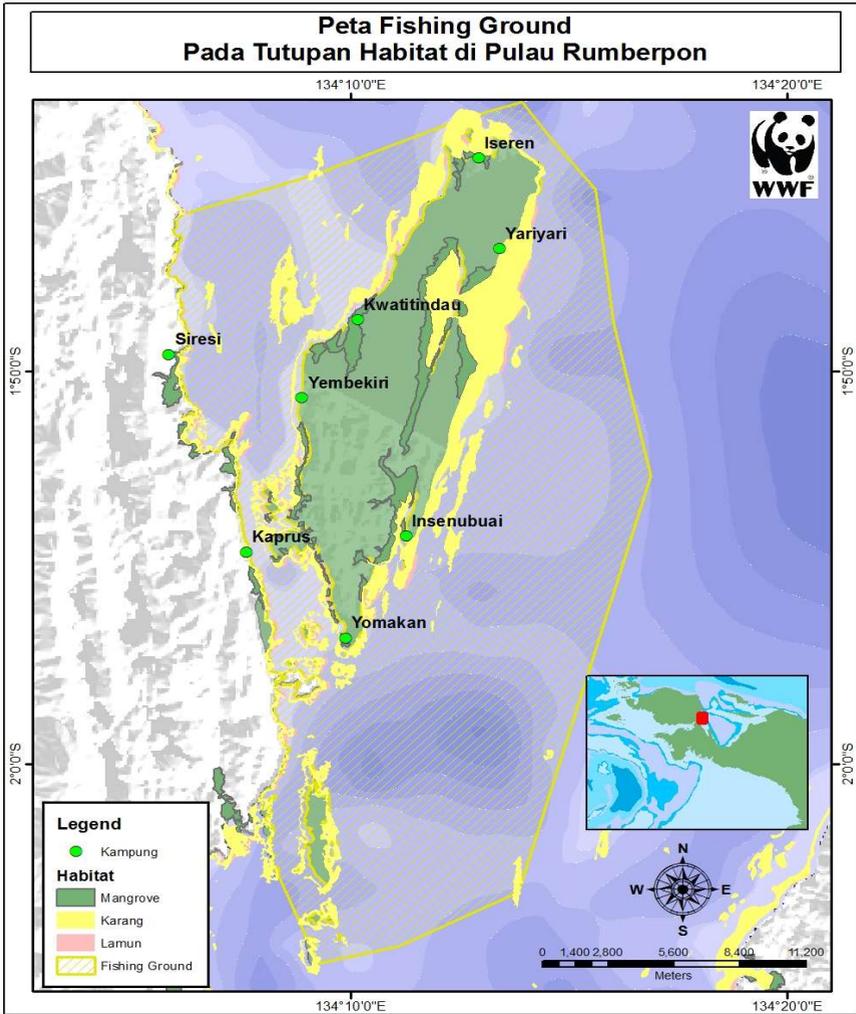
hanya karang hidup, dan data yang digunakan berasal dari satu kali pengamatan meskipun dilakukan pada beberapa stasiun pengamatan. Disamping itu, keterbatasan citra landsat yang tidak dapat melingkupi daerah terumbu karang lebih dalam, dan kontur terumbu karang yang *drop off* juga tidak dapat terekam dengan citra satelit.

Tabel 6. Maximum Sustainable Yield Ikan Kerapu Di sekitar Rumberpon

Jenis	Famili	MSY (kg.tahun ⁻¹)	TAC (kg.tahun ⁻¹)
<i>Plectropomus leopardus</i>	Serranidae	9.273	7.419
<i>Epinephelus fasciatus</i>	Serranidae	9.066	7.253

Bawole dan Sala (2013) mengestimasi MSY kelompok ikan kerapu di Perairan Rumberpon sebesar 10 ton.tahun⁻¹ dan di Perairan Purup sebesar 2 ton.tahun⁻¹. Hasil ini diperoleh dari luasan karang hidup dan karang mati. Meskipun dua peneliti tersebut tidak melihat secara khusus jenis berdasarkan pulau-pulau yang ada, tetapi dugaan MSY Ikan kerapu di Perairan Teluk Wondama sebesar 165 ton.tahun⁻¹ dapat dijadikan acuan dalam pengelolaan perikanan kerapu di TNTC.

Lokasi penangkapan ikan kerapu tersebar pada beberapa lokasi perairan Rumberpon. Lokasi penangkapan dilakukan di sekitar daerah pemukiman, teluk, tanjung dan perairan karang, bahkan ada lokasi penangkapan ikan yang terletak di *main land* Pulau Papua (Gambar 18). Pemetaan lokasi penangkapan ini diperoleh dari hasil wawancara nelayan penangkap ikan kerapu. Daerah penangkapan sangat bergantung pada musim angin atau ombak.

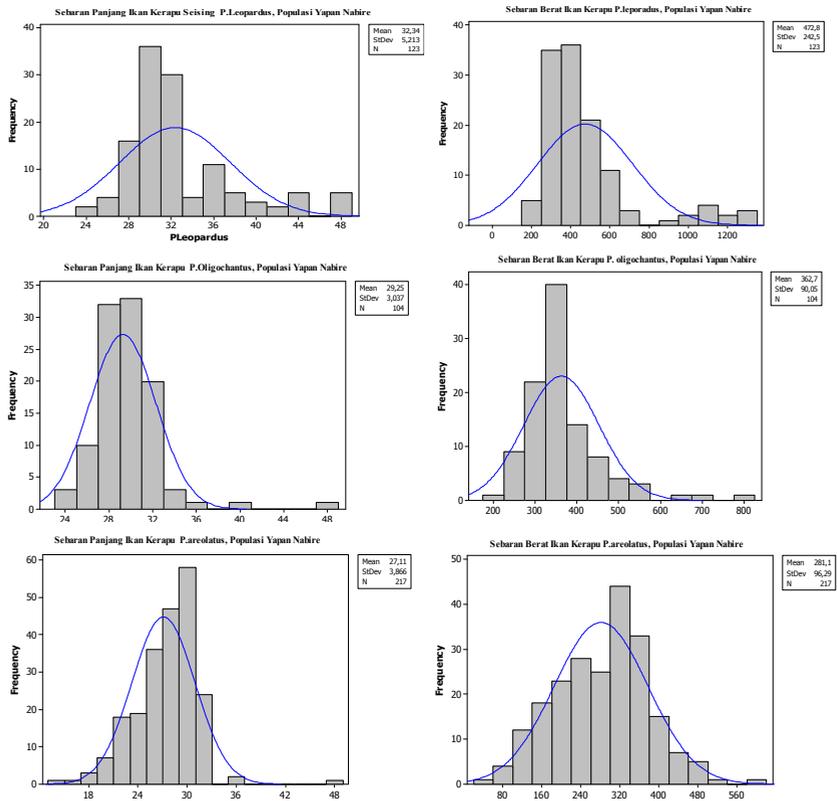


Gambar 18. Lokasi penangkapan ikan kerapu di Perairan Rumberpon

3.3 Ikan Kerapu di sekitar Perairan Napan Yaur

3.3.1 Sebaran Panjang dan Berat Ikan *P. leopardus*, *P. oligocephalus* dan *E. areolatus*)

Sebaran panjang dan berat ikan merupakan fungsi dari pertumbuhan yang akan dapat diekspresikan dalam suatu model matematika. Karakteristik ikan melalui pengukuran panjang dan berat dapat digunakan untuk mengevaluasi kondisi sediaan ikan dalam suatu daerah penangkapan. Sebaran panjang dan berat ikan tersaji pada Gambar 19.



Gambar 19. Sebaran pangan dan Berat *P. leopardus* (atas), *P. oligocephalus* (tengah) dan *E. areolatus* (bawah)

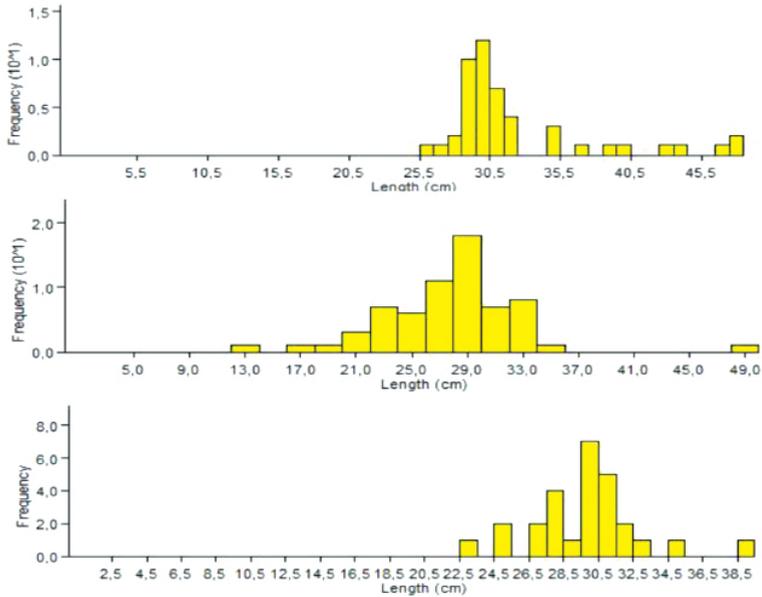
Distribusi panjang ikan di perairan Napan Yaur didominasi oleh *P. leopardus* (N=123), *P. oligochantus* (N=104) dan *E. areolatus* (N=217). Distribusi panjang dari ketiga jenis ini berbeda berdasarkan rata-rata panjang dari setiap jenis (Tabel 7). Hasil menunjukkan bahwa jenis *P. leopardus* memiliki nilai rata-rata panjang dan berat paling tinggi dibandingkan *P. oligochantus* dan *P. areolatus*.

Sebaran panjang *P. leopardus* didominasi oleh ukuran panjang antara 30 - 32 cm dengan sebaran berat adalah 300 - 400 gram (Gambar 20). Selanjutnya untuk jenis kerapu *P. oligochantus* memiliki ukuran panjang yang lebih kecil yakni 28 - 30 cm pada sebaran berat 350 gram. Frekuensi sebaran panjang *E. areolatus* didominasi oleh ukuran 29 - 30 cm pada berat ikan 320 gram.

Tabel 7. Nilai Deskriptif dari Ikan Kerapu

Jenis	Panjang Rerata dan STDV, (n), Min-Max	Berat Rerata dan STDV, (n), Min-Max
<i>P. leopardus</i>	32,34±5,21 (123) 24,5 - 48	472±242,5 185 - 1310
<i>P. oligochantus</i>	29,25±3,03 (104) 23,5 - 48,5	362,7±90,04 200 - 775
<i>P. areolatus</i>	27,11±38,66 (217) 29 - 48,5	281,06±96,28 315 - 615

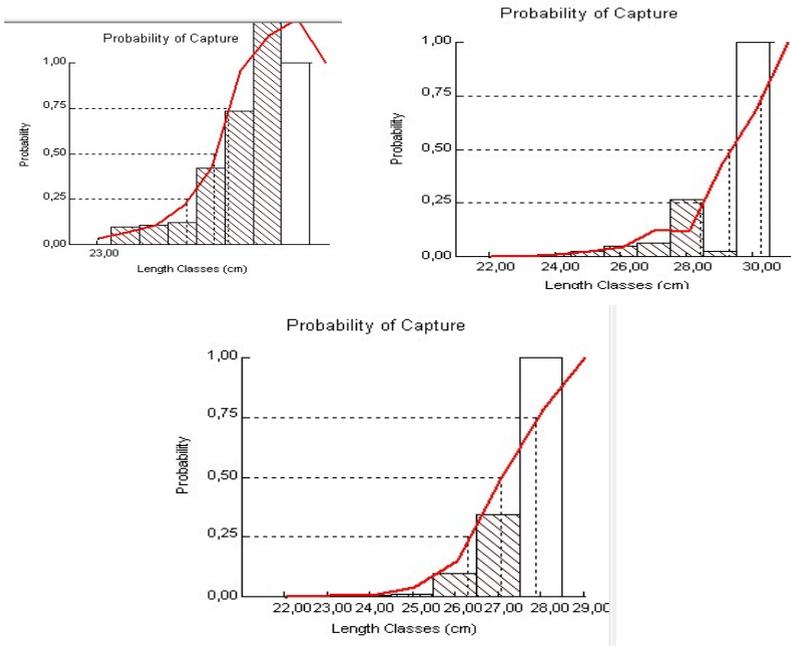
Kelompok umur *P. leopardus* menunjukkan satu kelompok umur berdasarkan puncak dari data panjang. *P. areolatus* dan *P. oligochantus* masing-masing menunjukkan satu kelompok umur berdasarkan ukuran panjang. Terbentuknya satu kelompok umur ikan lebih disebabkan oleh jenis alat tangkap (pancing) dan ukuran mata kail yang sama, sehingga ikan kerapu yang tertangkap berasal dari kelompok umur dan ukuran ikan yang sama.



Gambar 20. Kelompok ukuran *P. leopardus* (atas), *P. areolatus* (tengah), *P. oligochantus* (bawah)

Kurva peluang tertangkapnya ikan kerapu *P. leopardus*, *P. oligochantus*, dan *P. areolatus* disajikan pada Gambar 21. Berdasarkan komposisi ukuran ikan tertangkap, *P. leopardus* berpeluang 25% tertangkap (L-25) pada ukuran maksimum 26,16 cm. Peluang tertangkap sebesar 50% (L-50%) untuk ikan berukuran maksimum 27,14 cm, dan berpeluang 57% tertangkap (L-75%) pada ikan berukuran maksimum 27,61 cm.

Peluang *P. oligochantus* tertangkap sebesar 25% (L-25%) untuk maksimum ukuran 28,42 cm. Peluang sebesar 50% (L-50%) untuk ukuran maksimum 29,28 cm, dan peluang 75% (L-75%) untuk ikan berukuran maksimum 30,23 cm. *P. areolatus* memiliki peluang untuk tertangkap sebesar 25% (L-25%) untuk ukuran panjang ikan maksimum sebesar 26,3 cm. Peluang lebih besar (L-50%) tertangkapnya ikan kerapu bila ukurannya 27,06 cm. Peluang sebesar 75% (L-75%) dapat tertangkap untuk ikan maksimum berukuran 27,89 cm.



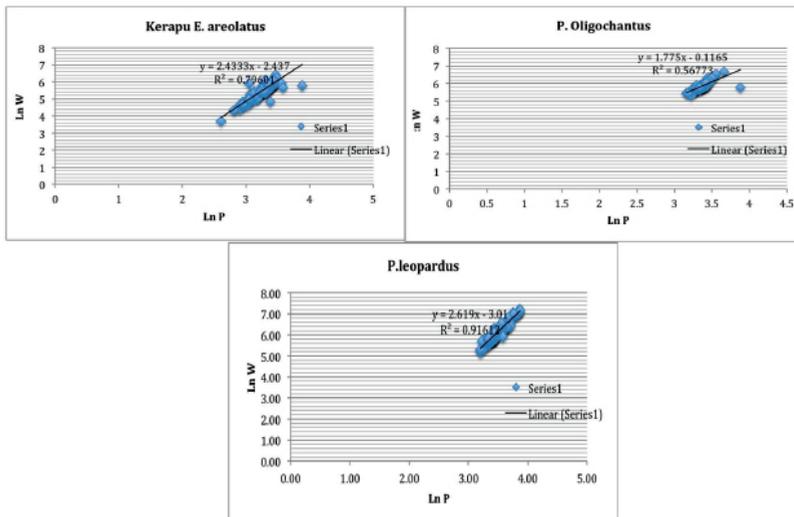
Gambar 21. Peluang ikan tertangkap (*probability of cature*) *P. leopardus* (kiri atas), *P. oligochantus* (kanan atas), *P. areolatus* (bawah)

3.3.2 Hubungan Panjang dan Berat Ikan

Dalam stok perikanan, input stok diperoleh dari pertumbuhan dan rekrutment, dalam pengertiannya pertumbuhan adalah penambahan ukuran panjang atau berat dalam satu ukuran waktu, sedangkan bagi populasi adalah penambahan jumlah (Effendie 1997).

Hubungan panjang berat ikan *P. areolatus* mengikuti persamaan: $y=2,14x-2,39$ dengan koefisien determinasi (R^2) = 0,79 (Gambar 22). Hal ini menunjukkan tingkat kontribusi variabel panjang dalam menjelaskan variasi dari berat ikan adalah sebesar 79%. Nilai b adalah 2,14. *P. leopardus*, memiliki persamaan $y =2,619x-3,01$ dan *P. oligochantus* memiliki persamaan $y =1,78x-0,11$. Nilai determinasi untuk model ini adalah $R^2=0,91$ untuk *P. leopardus* dan $R^2=0,56$ untuk *P. oligochantus*.

Nilai b untuk *P. leopardus* adalah 2,619 dan nilai b pada *P. oligochantus* adalah 1,78. Tiga jenis ikan kerapu tersebut memiliki koefisien pertumbuhan (b) yang lebih kecil dari 3. Hal ini berarti tiga jenis kerapu tersebut memiliki model pertumbuhan alometrik negatif, yang menunjukkan bahwa pertumbuhan panjang cenderung lebih cepat daripada pertumbuhan berat.



Gambar 22. Hubungan panjang-berat *P. areolatus* (kiri atas), *P. oligochantus* (kanan atas), dan *P. leopardus* (bawah)

3.3.3 Model Pertumbuhan Ikan

Model pertumbuhan panjang dari beberapa jenis ikan kerapu yang di tangkap di sekitar perairan Napan Yaur didasarkan pada model pertumbuhan Von Bertalanffy. Hasil analisis parameter pertumbuhan tersaji pada Tabel 8. Jenis kerapu yang memiliki parameter panjang asimptot paling besar adalah *P. areolatus*, dan diikuti oleh *P. leopradius* dan *P. oligochantus*.

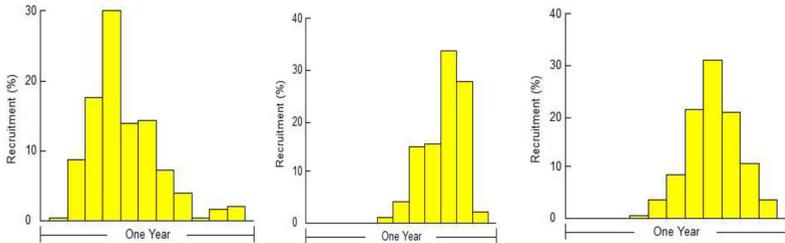
Tabel 8. Nilai Parameter Pertumbuhan
P. leopardus, *P. oligochantus* dan *E. areolatus*

Jenis	Parameter Pertumbuhan	Nilai
<i>P. leopardus</i>	L_{∞}	42,50 cm
	K	0,5/tahun
	t0	0,11 tahun
<i>P. oligochantus</i>	L_{∞}	33,00 cm
	K	0,72/tahun
	t0	0,01 tahun
<i>P. areolatus</i>	L_{∞}	55,00 cm
	K	0,1/tahun
	t0	0,1 tahun

Koefisien pertumbuhan (K) memperlihatkan bahwa laju pertumbuhan ikan dalam mencapai panjang asimptot bervariasi untuk tiga jenis kerapu. Koefisien pertumbuhan yang paling besar diperlihatkan oleh *P. oligochanthus* ($K = 0,72$), selanjutnya diikuti oleh *P. leopardus* ($K = 0,5$) dan *P. areolatus* ($K = 0,1$). Nilai K paling besar dimiliki oleh *P. oligochantus*. Ikan dengan koefisien K yang kecil cenderung memiliki pertumbuhan yang lambat. Konsekuensinya ikan tersebut akan memiliki umur yang panjang.

3.3.4 Pola Rekrutmen

Pola rekrutmen ikan kerapu yang berada di perairan sekitar Napan Yaur disajikan pada Gambar 23. *P. leopardus*, jumlah rekrutmen paling tinggi (hampir 70% dari total rekrutmen) terjadi pada bulan Maret sampai Agustus. Puncak tertinggi terjadi pada bulan April (sekitar 30%). Hal yang berbeda untuk *P. oligochantus*, yakni lebih dari 50% dari total rekrutmennya terjadi pada akhir tahun (Oktober – November). Rekrutmen jenis ini dimulai pada bulan Juni. *P. areolatus*, rekrutmen paling besar (lebih dari 70%) terjadi pada Bulan Agustus sampai Oktober. Rekrutmen spesies ini dimulai pada Bulan Juni.



Gambar 23. Persentasi rekrutmen selama 1 tahun *P. leopardus* (kiri), *P. oligochantus* (tengah) dan *P. areolatus* (kanan)

3.3.5 Mortalitas Ikan

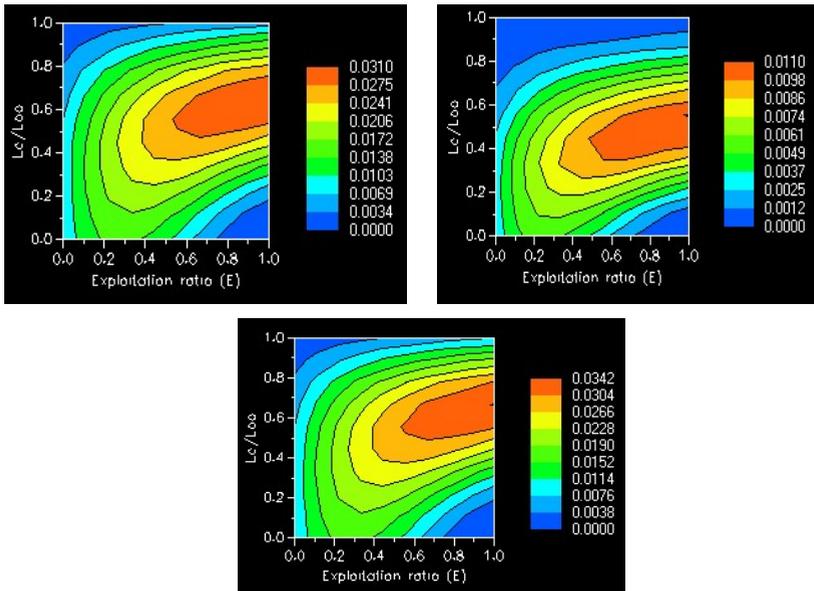
Laju mortalitas (Z), mortalitas alami (M), mortalitas penangkapan (F) dan laju eksploitasi ikan kerapu tersaji pada Tabel 9. Nilai tingkat eksploitasi (E) *P. leopardus* adalah 0,27 dan *P. oligochantus* sebesar 0,10. Dua jenis ini menunjukkan tingkat eksploitasi masih rendah. *P. areolatus* memiliki nilai E sebesar 0,58 yang artinya ikan ini sudah melebihi tingkat eksploitasi maksimum yakni $E = 0,5$ (Gulland, 1971 disitasi dalam Pauly, 1984). Oleh karena itu, pemantauan tentang penangkapan jenis ikan ini harus dilakukan dengan lebih ketat sehingga tekanan eksploitasi dapat dikurangi. Dengan demikian, keberlanjutan dari perikanan kerapu ini akan dapat dipertahankan.

Tabel 9. Estimasi Nilai Mortalitas Mortalitas

Jenis iKan	Z (tahun-1)	M (tahun-1)	F (tahun-1)	E(tahun-1)
<i>P. leopardus</i>	1,45	1,06	0,39	0,27
<i>P. oligochantus</i>	1,61	1,45	0,16	0,10
<i>P. areolatus</i>	0,83	0,35	0,49	0,58

3.3.6 Yield per Rekrutmen

Hasil analisis *yield per recruitment* (YPR) dari 3 jenis ikan yang tertangkap di perairan sekitan Napan Yaur disajikan pada Gambar 24. Pada ukuran minimum ikan yang ditangkap (L_c) dan tingkat eksploitasi adalah sama, tiga jenis ikan tersebut memberikan hasil tangkapan per rekrut yang berbeda. *P. oligochantus* mempunyai nilai YPR yang paling tinggi, diikuti oleh *P. areolatus* dan *P. leopardus*.



Gambar 24. Hasil tangkapan per rekrutmen (*yield per recruitment*) *P. leopardus* (kiri atas), *P. areolatus* (kanan atas) dan *P. oligochantus* (bawah)

P. oligochantus ditetapkan hanya tertangkap pada ukuran $L_c/L_\infty = 0,5$ atau ukuran tertangkap adalah setengah dari ukuran maksimum ikan. Dengan demikian tingkat eksploitasi (E) sama dengan 0,5 atau ikan dibolehkan tertangkap dari hasil tangkapan per setiap rekrutmen adalah sebesar 0,0266 gram/rekrut (Gambar 15). Hal yang sama bagi *P. areolatus*, bila diatur ukuran minimum ikan yang diperbolehkan ditangkap adalah setengah dari ukuran maksimumnya, maka pada tingkat eksploitasi 0,5 diharapkan diperoleh hasil tangkapan minimum sebesar 0,0074 gram/rekrut. *P. leopardus*, untuk ukuran L_c setengah dari panjang maksimum dan $E = 0,5$ diperoleh YPR sebesar 0,0206 gram/rekrut.

Dalam kasus jenis kerapu di atas, pada ukuran ikan yang tertangkap sebesar $L_c/L_\infty = 0,5$, peningkatan upaya penangkapan (tingkat eksploitasi) sampai 0,6 dapat meningkatkan hasil tangkapan per rekrut ikan. Namun peningkatan upaya penangkapan lebih besar tidak dapat meningkatkan hasil tangkapan per rekrut meskipun ukuran minimum ikan yang dapat ditangkap (L_c) dinaikan.

Pada tingkat eksploitasi optimum ($E=0,5$), YPR maksimum dicapai pada L_c sebesar separuh dari panjang asimptot. Penambahan ukuran L_c yang lebih besar tidak dapat meingkat YPR. L_c yang lebih besar dari ukuran tersebut akan menurunkan jumlah tangkapan per rekrut, meskipun upaya tangkapan ditingkatkan. Disarankan untuk L_c ditetapkan lebih besar dari panjang minimum ikan matang gonad sehingga memberikan peluang untuk ikan melakukan reproduksi sebelum ditangkap. Tingkat eksploitasi disarankan lebih kecil dari tingkat eksploitasi optimum atau lebih kecil dari 0,5 %.

3.3.7 Potensi Lestari

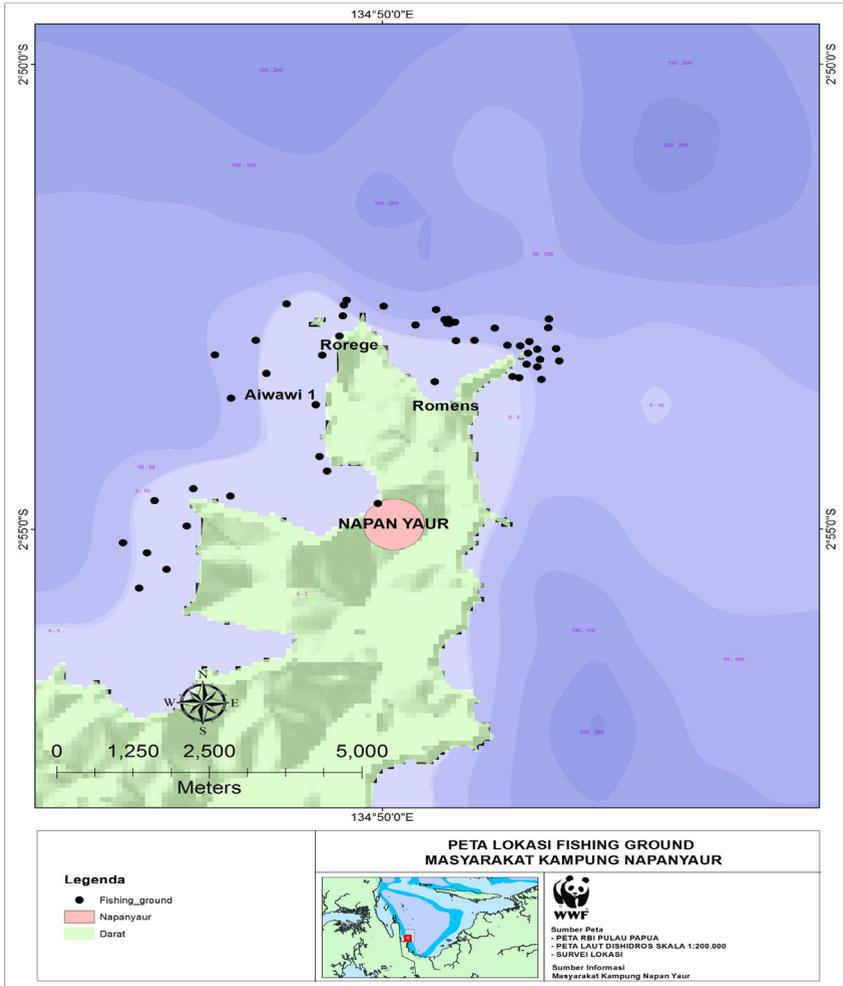
Hasil dugaan potensi lestari yang dapat dimanfaatkan bagi perikanan kerapu, terutama *P. leopardus* dan *Epinephelus fasciatus*, tertera dalam Tabel 10. Jumlah tangkapan yang dibolehkan berkisar 1.180 kg.tahun⁻¹ untuk *P. leopardus* dan 849 kg.tahun⁻¹ untuk *E. fasciatus*. Nilai ini dapat dijadikan acuan dalam alokasi hasil tangkapan bagi nelayan, sekaligus sebagai acuan untuk mengevaluasi potensi sumberdaya dari dua jenis tersebut.

Tabel 10. Potensi MSY dan TAC ikan

Jenis	MSY (kg.tahun ⁻¹)	TAC (kg.tahun ⁻¹)
<i>Plectropomus leopardus</i>	1.475	1.180
<i>Epinephelus fasciatus</i>	1.061	849

Nilai MSY dan TAC dipastikan belum terlalu akurat, mengingat pengukuran ikan hanya dilakukan satu kali pengamatan (sensus visual ikan) dari 3 lokasi pengamatan (Yaur, Nurage dan Anggrameos) dengan tujuh stasiun pengamatan. Pengumpulan data lapangan melalui sensus visual ikan dan pencatatan hasil tangkapan pada tempat pendaratan dapat melengkapi data. Selanjutnya, data tersebut dapat diolah untuk keperluan evaluasi sumberdaya ikan sekaligus dalam mengendalikan perubahan tangkapan (jumlah dan ukuran ikan).

Lokasi penangkapan ikan di sekitar Perairan Napan Yaur terletak di daerah terumbu karang, semenanjung, teluk dan daratan besar Pulau Papua (Gambar 25). Daerah-daerah tersebut merupakan daerah tangkapan potensial nelayan. Kegiatan penangkapan ikan sangat dipengaruhi oleh letak geografis daerah tangkapan. Nelayan umumnya memiliki pengetahuan lokal untuk menentukan waktu dan daerah penangkapan berdasarkan musim.



Gambar 25. Peta lokasi penangkapan ikan

IV. PERIKANAN PELAGIS KECIL

4.1 Ikan Layang, Kembung dan Selar

Ikan pelagis yang termasuk dalam kajian ini adalah kelompok pelagis kecil, yaitu: ikan layang (*Decapterus* sp), ikan kembung (*Rastrelliger* sp) dan ikan selar (*Selaroides* sp) (Gambar 26) dan ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*). Kelompok ini merupakan sumberdaya ekonomis penting di Indonesia, dan ditemukan hampir di seluruh perairan di Indonesia. Ikan layang tersebar di daerah perairan pesisir dekat pantai sampai ke perairan laut lepas (sampai 30 mil dari pantai) dan pada kedalaman sampai 100 m, di perairan dengan salinitas yang tinggi (32 – 34 o/oo). Ikan kembung dan ikan selar penyebaran umumnya di perairan pesisir pantai. Ikan layang, kembung dan selar selalu suka bergerombol, terkadang jenis layang dan selar khususnya, membentuk percampuran di dalam kelompok yang sama (Genisa 1999; Prihartini 2006).



Gambar 26. Ikan Layang (*kir*), Kembung (*tengah*) dan Selar (*kanan*)

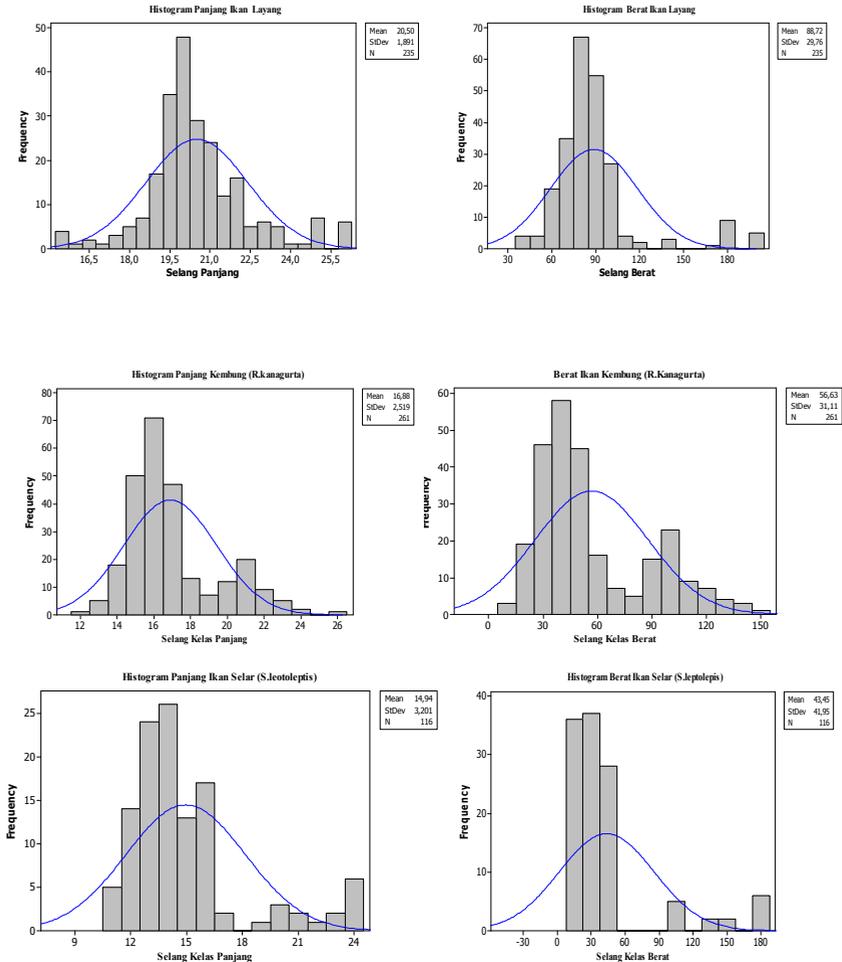
Sebagai ikan pelagis kecil, ikan layang, kembung dan selar menempati trofik level tingkat ketiga (sebagai konsumen tingkat kedua) yang memakan plankton (plankton *feeder*) (Genisa 1999). Kebiasaan makan ini, terutama untuk ikan layang dan ikan selar, biasanya dimanfaatkan oleh nelayan untuk menangkapnya dengan menggunakan pancing yang diberi umpan buatan yang menyerupai organisme planktonik.

Penangkapan ikan-ikan pelagis di atas paling efektif adalah dengan menggunakan alat tangkap yang ditujukan untuk menangkap ikan yang sifatnya bergerombol dalam ukuran besar, seperti payang dan mini purse-seine. Biasanya operasi penangkapan ikan-ikan tersebut menggunakan alat bantu lampu (karena ketertarikannya kepada cahaya), dan menggunakan rumpon sebagai pengumpul ikan.

Ikan kembung, ikan layang dan ikan selar merupakan ikan pelagis yang ditemukan pada pesisir Teluk Wondama. Ikan ini merupakan ikan yang tertangkap pada Bagan-bagan Nelayan yang berada di perairan sekitar perairan tersebut. Ikan kembung merupakan salah satu jenis ikan pelagis kecil yang memiliki nilai ekologis dan ekonomis. Ikan selar merupakan salah satu ikan yang termasuk dalam kelompok suku Carangidae dan merupakan satu satunya marga dari Selaroides. Ikan Selar adalah salah satu jenis ikan pelagis kecil (ikan permukaan) yang hidup pada laut dalam kawasan tertentu. Ikan ini banyak tertangkap di perairan pantai serta hidup berkelompok sampai kedalaman 80 m (Djuhanda *dalam* Hidyat, 2005) dan merupakan salah satu ikan yang banyak diminati masyarakat. Permintaan yang banyak dan harga yang cukup tinggi akan mendorong peningkatan penangkapan pada ikan ini.

4.1.1 Sebaran Panjang dan Berat

Sebaran panjang dan berat ikan pelagis relatif berbeda dengan ikan demersal. Frekuensi panjang dan berat sejatinya menjelaskan tentang jumlah ikan yang tertangkap dengan ukuran panjang dan/atau berat tertentu. Frekuensi panjang dan berat Ikan layang (*Decapterus* sp) perairan Yopmeos dan sekitar Sombokoro menyatakan bahwa frekuensi panjang ikan tersebut paling banyak berada pada selang panjang yang cukup lebar yakni 19 - 21 cm (Gambar 27). Distribusi bobot ikan, dari hasil yang dipaparkan cenderung tidak mengikuti pertumbuhan panjang, hal ini terlihat dari distrubsi berat yakni 90 gram dan pada ukuran panjang sedang (19 - 20 cm). Sebaran panjang dan lebar pada ikan kembung didomisili oleh ukuran panjang 15 - 17 cm pada kisaran berat 20 - 22 gram. Selanjutnya Ikan Selar memiliki distribusi panjang sekitar 90 - 120 cm dengan berat 30 - 50 gram.



Gambar 27. Sebaran panjang ikan layang (atas), kembang (tengah) dan selar (bawah)

Rataan panjang dan berat ikan selar berkisar $14 \pm 3,20$ (cm) dengan berat sebesar $43 \pm 1,95$ (gram) ($n=116$) (Tabel t1). Selanjutnya ikan kembang menunjukkan rata-rata panjang $16,88 \pm 2,52$ (cm) dengan berat $56,63 \pm 1,11$ ($n=261$). Hasil ini menunjukkan bahwa kelompok ukuran ikan yang tertangkap baik ikan selar ataupun ikan

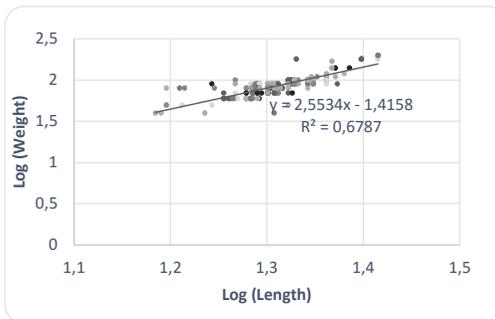
kembung berdasarkan data ini memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan jenis ikan yang sama pada beberapa lokasi lain di Indonesia.

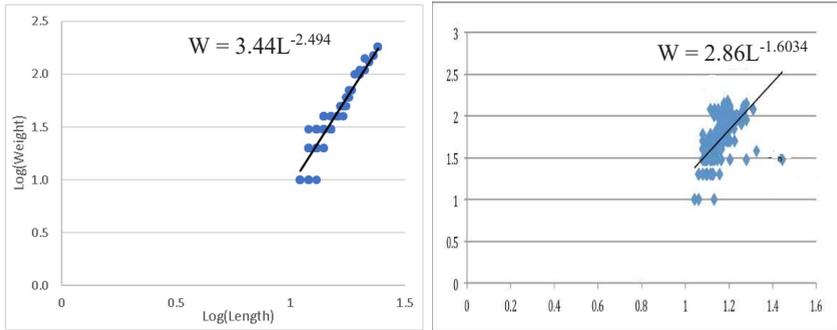
Tabel 11. Nilai Deskriptif dari Layang, Kembung dan Selar

Jenis	Panjang Rerata dan STDV (N) Min-Max	Berat Rerata dan STDV (N) Min-Max
Layang (<i>Decapterus</i> Sp)	20,50±1,90 15,30 – 26,00	88,76±9,72 40,00 – 200,00
Selar (<i>Selaroides</i> sp)	14,90±3,20(116) 11,00 – 24,00	43,43±1,95 (116) 10,00 – 180,00
Kembung (<i>Rastrelliger</i> sp)	16,88±2,519 (261) 12,00 – 26,00	56,63±1,11 (261) 10,00 – 150,00

4.1.2 Hubungan Panjang dan Berat Ikan

Hubungan panjang berat ikan layang yang diperoleh dari sekitar Teluk Wondama (Wasior) mengikuti persamaan $Y=2,55x-1,415$, koefisien determinasi (R^2) = 0.68 atau 67% (Gambar 28). Hal ini menunjukkan tingkat kontribusi variabel panjang dalam menjelaskan variasi berat adalah sebesar 67 %.





Gambar 28. Hubungan panjang dan berat ikan layang (atas), selar (kanan bawah) dan kembung (kiri bawah)

Hubungan panjang berat ikan kembung mengikuti persamaan: $Y=2,862x-1,6034$ koefisien determinasi (R^2) = 0,42. Hal ini menunjukkan tingkat kontribusi variabel panjang dalam menjelaskan variasi dari berat adalah sebesar 42%. Hasil analisis regresi linear menghasilkan persamaan $Y= 2,862x-1,6034$ dengan, atau dengan kata lain nilai b adalah 2,86. Ikan selar memiliki nilai hubungan antara panjang dan berat adalah $Y=3,439x-2,494$ dengan koefisien determinasi (R^2) = 0,91. Hal ini menunjukkan tingkat kontribusi variabel panjang dalam menjelaskan variasi dari berat adalah sebesar 91%, dengan nilai b adalah 3,41.

Ikan layang memiliki koefisien b (2,55) dan kan kembung memiliki koefisien b (2,86). Dua jenis memiliki nilai koefisien b yang lebih kecil dari 3. Hal ini berarti ikan tersebut memiliki model pertumbuhan alometrik negatif; yang menunjukkan pertumbuhan panjang cenderung lebih cepat daripada pertumbuhan berat. Ikan selar memiliki koefisien b (3,41) yang lebih besar dari 3. Hal ini berarti bahwa ikan tersebut memiliki model pertumbuhan alometrik positif. Harmiyati (2009) menyatakan bahwa perbedaan nilai b pada kelompok ikan ditentukan oleh adanya perbedaan spesies tetapi juga adanya perbedaan jumlah dan variasi ukuran ikan yang diamati, faktor lingkungan dan berbedanya stok ikan dalam spesies yang sama, tahap perkembangan ikan, jenis kelamin, tingkat kematangan gonad, bahkan perbedaan waktu dalam hari karena perubahan isi perut.

4.1.3 Model Pertumbuhan

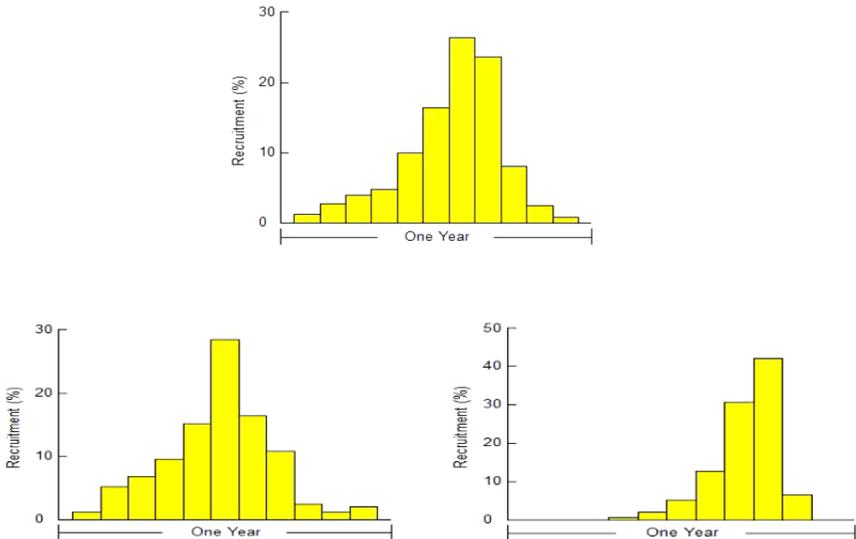
Parameter pertumbuhan panjang ikan berdasarkan model pertumbuhan Von Bertalanffy tersaji dalam Tabel 12. Jenis ikan layang, kembang dan selar memiliki parameter panjang asimtot masing-masing sebesar 33,34, 17,8 cm dan 22,0 cm. Kedua jenis ikan ini memiliki nilai koefisien pertumbuhan (K) yang besar, yakni masing-masing $K = 3$ untuk ikan selar dan $K = 4$ untuk ikan kembang. Nilai K yang besar menunjukkan kedua ikan tersebut memiliki pertumbuhan yang sangat cepat untuk mencapai ukuran panjang asimtot.

4.1.4 Pola Rekrutmen Ikan

Pola rekrutmen ikan kembang dan selar yang berada di perairan sekitar Wasior disajikan pada Gambar 29. Ikan layang, jumlah rekrutmen tertinggi mencapai 26 % pada pada bulan Agustus dan September. Ikan kembang, rekrutmen yang tinggi (di atas 10% per bulan) terjadi pada bulan April sampai Agustus, dengan puncak tertinggi terjadi pada bulan Juni (sekitar 30%). Hal yang berbeda untuk ikan selar, rekrutmen terjadi pada akhir tahun, yaitu lebih dari 70% dari total rekrutmen per tahun terjadi pada bulan September–Oktober.

Tabel 12. Pertumbuhan Kelompok Pelagis Kecil Ikan Kembang dan Ikan Selar

Jenis	Parameter	Nilai
Ikan layang	L_{∞}	33,34 cm
	K	0,9/tahun
	t0	-0,18/tahun
	a	-1,415
	b	2,55
Ikan selar	L_{∞}	22,00 cm
	K	4,0/tahun
	t0	0,17 tahun
	a	1,602
	b	2,8661
Ikan kembang	L_{∞}	17,84 cm
	K	4,0/tahun
	t0	0,13 tahun
	a	-2,49
	b	3,439



Gambar 29. Rekrutmen ikan layang (atas), kembung (kiri bawah) dan selar (kanan bawah),

4.1.5 Laju Mortalitas

Laju mortalitas (Z), mortalitas alami (M), mortalitas penangkapan (F) dan laju eksploitasi ikan layang, kembung dan selar yang tertangkap di perairan sekitar Wasior dapat dilihat pada Tabel 13. Hal yang penting untuk diperhatikan dari tabel tersebut adalah nilai dari tingkat eksploitasi (E), yang menggambarkan berapa porsi biomassa sumberdaya yang telah diambil/ditangkap.

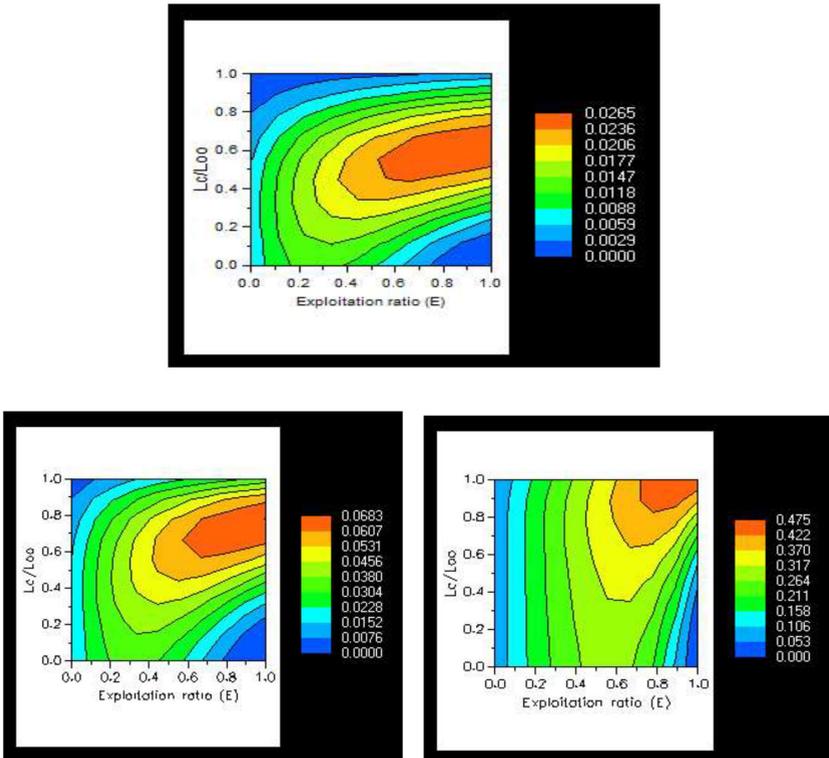
Tabel 13. Estimasi Nilai Mortalitas dan Tingkat Eksploitasi Ikan Kembung dan Ikan Selar di perairan sekitar Wasior				
Jenis ikan	Z (tahun ⁻¹)	M (tahun ⁻¹)	F (tahun ⁻¹)	E (tahun ⁻¹)
Ikan layang	2,11	1,17	0,94	0,45
Ikan kembung	7,26	5,36	1,90	0,26
Ikan selar	9,20	4,19	5,01	0,54

Nilai tingkat eksploitasi (E) ikan layang adalah relatif rendah yang menjelaskan bahwa ketersediaan stok di alam masih tersedia untuk dimanfaatkan. Meskipun demikian dengan tingkat eksploitasi ikan layang mencapai 0,45 sebenarnya sudah mengindikasikan bahwa tingkat eksplotasinya akan mendekati nilai rujukan eksploitasi ikan sebesar 0,5, sehingga ikan layang perlu dikelola. Hal ini dipertegas oleh Gulland (1971) *disitasi* Pauly (1984), yaitu apabila tingkat eksploitasi memiliki nilai $E=0,5$ artinya sudah sangat mendekati tingkat eksploitasi maksimum.

Nilai tingkat eksploitasi (E) dari ikan kembung adalah 0,54 dan ikan selar 0,26. Berdasarkan nilai tersebut dapat dikatakan bahwa ikan kembung telah dieksploitasi melebihi level maksimum yang diperbolehkan. Oleh karena itu, perhatian harus diberikan untuk mengontrol aktivitas penangkapan ikan kembung sehingga stok sumberdaya ini dapat dipertahankan keberlanjutan. Kondisi yang berbeda untuk ikan selar, dimana tingkat eksploitasinya baru sebesar 0,26 atau sekitar setengah dari level optimum. Jadi, masih terbuka peluang untuk sumberdaya ini ditingkatkan pemanfaatannya.

4.1.6 Yield per Recruitment

Hasil analisis *yield per recruitment* (YPR) dari ikan layang, kembung dan ikan selar yang tertangkap disajikan pada Gambar 30. Ikan layang pada tingkat eksploitas 0,5 pada ukuran $L_c/L_\infty = 0,5$ diperoleh hasil tangkapan per setiap rekrutmen sebesar 0,0206 gram. Ikan kembung dan selar memiliki nilai YPR yang relatif sama. Pada ukuran $L_c/L_\infty = 0,5$ dan $E = 0,5$, ikan kembung memiliki YPR sekitar 0,0456 gram/rekrut dan ikan selar memiliki YPR sekitar 0,0424 gram/rekrut. Besarnya hasil tangkapan per rekrutmen dapat ditingkatkan hanya bila ukuran minimum ikan yang diperbolehkan ditangkap diperbesar ($L_c/L_\infty > 0,5$) dan E lebih lebih dari 0,5.

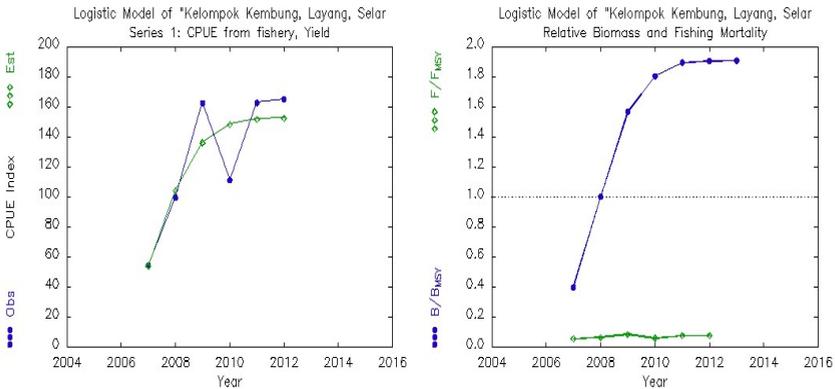


Gambar 30. Yield per recruitment dari ikan kembang (kiri) dan ikan selar (kanan) yang tertangkap di perairan sekitar Wasior

Namun demikian, untuk tujuan kelestarian sumberdaya ikan kembang dan ikan selar, disarankan untuk L_c ditetapkan lebih besar dari panjang minimum ikan matang gonad sehingga memberikan peluang untuk ikan melakukan reproduksi sebelum ditangkap. Tingkat eksploitasi disarankan lebih kecil dari tingkat eksploitasi optimum, yakni 0,5

4.1.7 Potensi Lestari Ikan

Bawole dan Sala (2014) mengestimasi data produksi dari ketiga jenis ikan (layang, kembang dan selar) yang diasumsikan tertangkap dengan alat tangkap pancing ulur (*handline*) dan jaring insang (*gillnet*). Gambaran stok seperti pada Gambar 31. Secara garis besar indeks CPUE mengalami peningkatan dari tahun ke tahun dan mencapai stabil pada tahun 2011 dan 2012 (Gambar 31 – kiri). Penurunan hanya terjadi pada tahun 2010, kemungkinan pengaruh dari sedimentasi di daerah pesisir akibat banjir besar pada tahun tersebut yang mengakibatkan penurunan kualitas air di sekitarnya. Peningkatan CPUE dapat diasumsikan disebabkan oleh peningkatan biomassa ikan (Gambar 31 – kanan). Kondisi biomassa ketiga jenis ikan tersebut masih berada pada tingkat jauh di atas titik B_{MSY} . Dengan kata lain, masih sangat terbuka peluang untuk peningkatan upaya penangkapan.



Gambar 31. Kondisi stok kelompok ikan kembang, layang dan selar di perairan Teluk Wondama selama periode 2007-2012. Trend CPUE (kiri) dan trend biomassa dan mortalitas relatif (kanan)

Dugaan besarnya potensi lestari gabungan ikan kembang, layang dan selar adalah 58,130 ton per tahun (Tabel 14). Apabila dibandingkan dengan produksi pada tahun 2012, maka tingkat pemanfaatan sumberdaya ikan kembang, layang dan selar baru sebesar 16%. Jadi, masih diperlukan upaya penangkapan ikan yang besar agar potensi tersebut dapat dimanfaatkan secara optimal tanpa mengganggu keberlanjutannya. Jumlah upaya untuk memanfaatkan potensi lestari diperkirakan setara dengan 565 unit pancing.

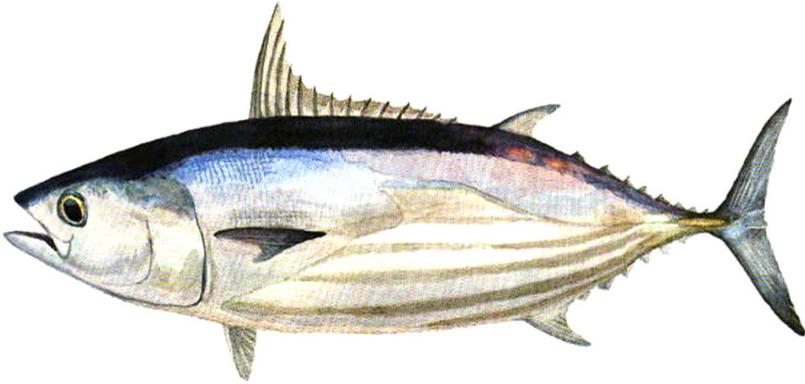
Tabel 14. Nilai beberapa paramater stok kelompok ikan kembung, layang dan selar di Perairan Teluk Wondama*)

Parameter	Nilai Estimasi	Selang Kepercayaan	
		80% lower	80% upper
MSY (Kg)	58.130	34680	91250
Biomassa pada MSY (Bmsy)(Kg)	79.830	63850	90450
Mortalitas penangkapan pada MSY (Fmsy)	0.73	0.36	1.32
Upaya pada MSY (Emsy) (unit)	565	362	1315
Tingkat Pemanfaatan tahun 2012 (%)	16		

4.2 Ikan Cakalang

Ikan cakalang mempunyai ciri-ciri morfologi seperti pada Gambar 32. Ikan ini tergolong spesies yang selalu melakukan migrasi (*migratory species*). Di dunia, cakalang ditemukan di daerah antara 44°N and 37°S (Wild and Hampton 1994). Khusus di perairan kawasan timur Indonesia (termasuk perairan Teluk Wondama), kehadiran cakalang terjadi sepanjang tahun sehingga menjadikan kawasan ini sebagai daerah perikanan yang penting di Indonesia (Monintja 1993). Kehadiran ikan cakalang di kawasan timur Indonesia kemungkinan berkaitan dengan kondisi suhu perairan yang rata-rata 28°C – 30°C; merupakan temperature yang cocok untuk kehidupan cakalang. Stok ikan cakalang di kawasan timur merupakan percampuran dengan stok yang berasal dari kawasan Pasifik bagian barat yang secara teratur melakukan migrasi memasuki perairan kawasan timur Indonesia (McElroy and Uktolseja 1992).

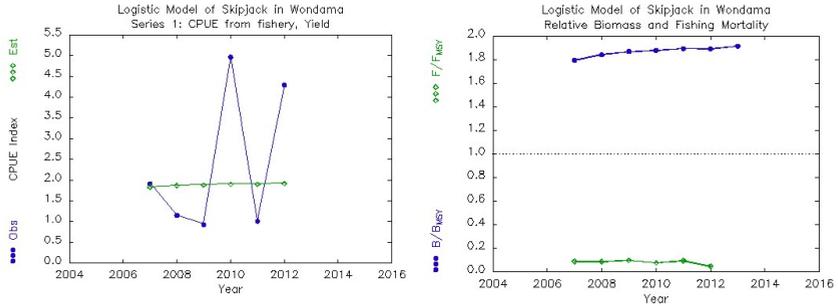
Sebagai ikan yang tergolong pertumbuhannya cepat, dimana mencapai tingkat pertama kali memijah (*first maturity*) pada umur sekitar 1 tahun (Lehodey et al. 1998). Ikan yang seperti ini akan terekruit ke dalam perikanan dalam waktu sekitar setahun. Konsekuensinya kelimpahan stok ikan demikian (termasuk ikan cakalang) lebih dipengaruhi oleh aktivitas perikanan (penangkapan ikan) dari pada oleh ukuran stok induk (Gulland 1977).



Gambar 32. Karakteristik morfologi ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*)

Penangkapan ikan cakalang di perairan Teluk Wondama umumnya dilakukan oleh nelayan dengan menggunakan alat tangkap pancing tonda (trolline), yang target penangkapannya adalah ikan-ikan pelagis yang berada di perairan dekat permukaan laut. Berdasarkan perilaku fisiologis ikan cakalang, umumnya ukuran cakalang yang dekat permukaan laut adalah yang berukuran kecil (kurang dari 4 kg) sedangkan yang berukuran besar berada di perairan yang lebih dalam untuk menghindari temperatur yang tinggi di permukaan laut (Barkley *et al.* 1978). Lagi pula, untuk mempertahankan laju metabolisme tubuhnya (Magnuson 1978) ikan cakalang melakukan aktivitas renang yang tinggi. Akibatnya akan meningkatkan temperature “daging merah” (*red muscle*) sehingga ikut menyumbang peningkatan suhu tubuhnya (Graham and Dickson 2001). Konsekuensi kepada hasil tangkapan nelayan adalah kemungkinan besar ikan cakalang yang tertangkap dengan pancing tonda yang beroperasi di daerah permukaan laut adalah yang berukuran kecil.

Hasil analisis stok dengan menggunakan model biomassa yang diaplikasikan pada data hasil tangkapan dan upaya selama kurun waktu 2007 – 2012 di perairan Kabupaten Teluk Wondama diperoleh bahwa terjadi fluktuasi dari CPUE yang cukup significant, tetapi secara rata-rata masih memberikan sedikit tren kenaikan dari tahun ke tahun (Gambar 33 - kiri). Kondisi biomassa selama periode tersebut masih di atas biomassa pada saat MSY (B_{MSY}) dengan relatif mortalitas penangkapan masih sangat rendah (Gambar 33 – kanan). Hal ini menjelaskan bahwa upaya penangkapan ikan cakalang di perairan Teluk Wondama masih sangat rendah; masih jauh dari pemanfaatan secara optimal.



Gambar 33. Kondisi stok ikan cakalang di perairan Teluk Wondama selama periode 2008-2012. Trend CPUE (kiri) dan trend biomassa dan mortalitas relatif (kanan)

Hasil perhitungan beberapa parameter stok dari ikan cakalang di Perairan Teluk Wondama (Tabel 15) mengungkapkan bahwa estimasi MSY sekitar 17,260 ton. Bila dibandingkan dengan produksi tahun 2012 yakni 1,780 ton, maka tingkat pemanfaatannya masih sekitar 10.3%. Dengan demikian masih diperlukan peningkatan upaya penangkapan ikan melalui penambahan jumlah alat tangkap maupun peningkatan teknologi penangkapan sehingga lebih produktif.

Tabel 15. Nilai beberapa paramater stok cakalang di Perairan Teluk Wondama*)

Parameter	Nilai Estimasi	Selang Kepercayaan	
		80% lower	80% upper
MSY (Kg)	17.260	238	25590
Biomassa pada MSY (Bmsy)(Kg)	50.610	33470	85160
Mortalitas penangkapan pada MSY (Fmsy)	0.34	0.00	0.50
Upaya pada MSY (Emsy) (unit)	8.270	147	25240
Tingkat Pemanfaatan tahun 2012 (%)	10.3		

*) Diolah berdasarkan data DKP Kabupaten Teluk Wondama Tahun 2013.

Perlu diperhatikan dari hasil kajian di atas adalah bahwa nilai MSY yang diperoleh dari analisis ini merupakan dugaan potensi lestari untuk stok cakalang yang berada di wilayah penangkapan dari nelayan tradisional yang menggunakan alat tangkap pancing tonda dan jangkauan daerah penangkapan yang terbatas pada perairan daerah pesisir. Oleh karena itu, disarankan untuk peningkatan teknologi yang lebih produktif seperti mini purse-seine dengan jangkauan daerah penangkapan yang lebih jauh dan menangkap stok cakalang yang berada di kolom perairan yang lebih dalam.

V. PERIKANAN PELAGIS BESAR

Pendugaan populasi ikan pelagis di Kabupaten Teluk Wondama menggunakan data runtun waktu (*time series*) yang bersumber dari DKP Kabupaten Teluk Wondama. Periode waktu bervariasi untuk masing-masing kelompok ikan yang dianalisis, tergantung pada ketersediaan data. Periode waktu minimum yang digunakan adalah 4 tahun untuk sumberdaya ikan Madidihang. Data utama untuk analisis ini adalah data hasil tangkapan dan data upaya penangkapan ikan (*fishing effort*). Data produksi yang tercatat merupakan hasil tangkapan nelayan dengan menggunakan alat tangkap (pancing tonda, pancing ulur, jaring insang dan bagan) dengan teknologi penangkapan yang tradisional. Konsekuensinya jangkauan operasi penangkapan masih terbatas pada daerah penangkapan yang tidak jauh dari daratan. Hal ini tercermin dari produksi tangkapan yang rendah. Mengacu pada karakteristik perikanan tersebut, maka hasil analisis dugaan potensi sumberdaya harus dimaknai sebagai potensi sumberdaya ikan hanya untuk wilayah perairan yang menjadi daerah penangkapan perikanan tradisional. Berdasarkan pertimbangan kelayakan data, maka analisis stok sumberdaya difokuskan pada beberapa jenis ikan, yakni: ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*), Madidihang atau Tuna Ekor Kuning (*Thunnus Albacares*), Kelompok ikan Tenggiri (*Scrombridae* sp).

5.2 Ikan Madidihang

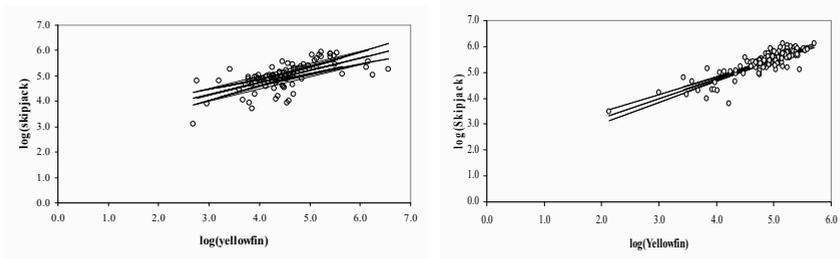
Madidihang atau tuna ekor kuning (*yellowfin*) merupakan salah satu jenis tuna yang berukuran besar dengan ukuran maksimum mencapai lebih dari 2 meter, seperti yang ditemukan di Kokos-Killing Island, di Samudera India (Kuitert and Debelius 2006). Bentuk morfologi ikan madidihang seperti pada Gambar 34.



Gambar 34. Bentuk morfologi ikan madidihang (*Thunnus albacares*).

Ikan ini umumnya ditemukan berasosiasi dengan ikan cakalang (Gambar 35). Hal ini dibuktikan dari hasil tangkapan huhate (*pole and line*) dan pukut cincin (*purse seine*) yang beroperasi di perairan kawasan timur Indonesia, dimana komposisi species yellowfin tuna untuk perikanan purse-seine adalah sekitar 25% dan pole-and-line adalah sekitar 15% (Sala 2009).

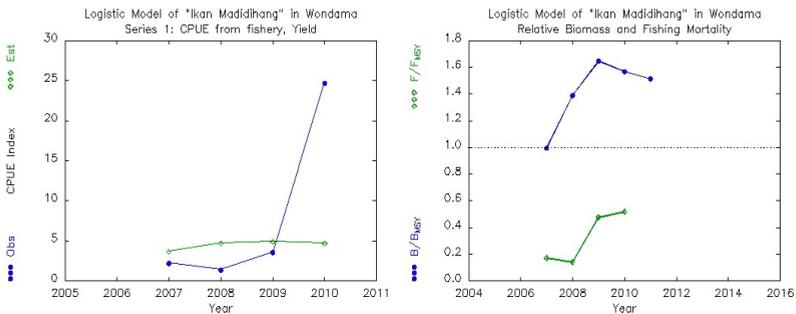
Kehadiran spesies tuna yang lain bersama-sama dengan cakalang didalam hasil tangkapan telah dilaporkan dalam beberapa tulisan. Wild and Hampton (1994) dan Hampton dan Bailey (1994) melaporkan bahwa yellowfin tuna, khususnya yang berukuran kecil ditemukan bersama dengan ikan cakalang atau berkelompok berdasarkan species dan kemudian membentuk satu kelompok gabungan species di suatu daerah penangkapan yang distimulus oleh makanan (Yuen 1963) mengingat kedua species tuna ini mempunyai diet yang sama (Tanabe 2001).



Gambar 35. Korelasi antara jumlah cakalang dan yellowfin yang tertangkap oleh purse-seine (a) dan oleh pole-and-line in the perairan utara kawasan timur Indonesia. (o) menunjukan log data pengamatan; garis (-) menunjukan prediksi dan 95% interval kepercayaan. Sumber : Sala (2009)

Kehadiran ikan madidihang di perairan Teluk Wondama kemungkinan besar mengikuti pola tingkah laku asosiasi dengan ikan cakalang. Ikan-ikan madidihang yang tertangkap dengan menggunakan alat tangkap pancing tonda merupakan kelompok ikan madidihang yang berukuran kecil yang berasosiasi dengan kelompok ikan cakalang yang berukuran kecil yang umumnya mendiami perairan dekat permukaan. Sedangkan ikan madidihang yang berukuran besar umumnya mendiami kolom air yang dalam. Ikan madidihang yang berukuran besar biasanya tertangkap dengan alat tangkap rawai tuna (tuna *longline*) dan pukut cincin.

Kondisi stok ikan madidihang cenderung stabil meskipun pada tahun 2010 terjadi peningkatan CPUE yang tajam (Gambar 36 – kiri). Hal ini disebabkan oleh penurunan upaya penangkapan secara significant dibandingkan tahun-tahun sebelumnya. Meskipun demikian total produksi tangkapan pada tahun 2010 relatif tidak jauh berubah dari tahun sebelumnya. Hal ini menjelaskan bahwa hasil tangkapan per satuan upaya menjadi lebih besar; kemungkinan karena persaingan (*externality*) antar nelayan lebih kecil. Kondisi ini bisa terjadi apabila kondisi stok masih belum melampaui titik maksimum, seperti ditunjukkan oleh status biomassa relatif dan mortalitas relatif yang masih belum melampaui titik acuan (referensi) (Gambar 36 – kanan).



Gambar 36. Kondisi stok ikan Madidihang di perairan Teluk Wondama selama periode 2007-2010. Trend CPUE (kiri) dan trend biomassa dan mortalitas relatif (kanan)

Hasil perhitungan parameter-parameter stok untuk ikan madidihang di perairan Teluk Wondama menunjukkan kondisi sumberdaya yang sudah mendekati titik maksimum pemanfaatannya (Tabel 16). Besaran nilai lestari, MSY, diduga sebesar 3.360 ton dengan jumlah upaya untuk memanfaatkan MSY tersebut sebesar 340 unit pancing. Apabila hal ini dibandingkan dengan tingkat produksi ikan madidihang pada tahun 2010, maka tingkat pemanfaatan pada tahun tersebut sudah mencapai 81%. Atau dengan kata lain tinggal tersisa sekitar 19% dari stok yang tersedia yang belum dimanfaatkan.

Tabel 16. Nilai beberapa parameter stok ikan Madidihang di Perairan Teluk Wondama*)

Parameter	Nilai Estimasi	Selang Kepercayaan	
		80% lower	80% upper
MSY (Kg)	3360	1083	7569
Biomassa pada MSY (Bmsy)(Kg)	6201	2839	15060
Mortalitas penangkapan pada MSY (Fmsy)	0.54	0.10	0.86
Upaya pada MSY (Emsy) (unit)	340	205	1729
Tingkat Pemanfaatan tahun 2010 (%)	81		

*) Diolah berdasarkan data DKP Kabupaten Teluk Wondama Tahun 2013.

5.3 Ikan Tenggiri

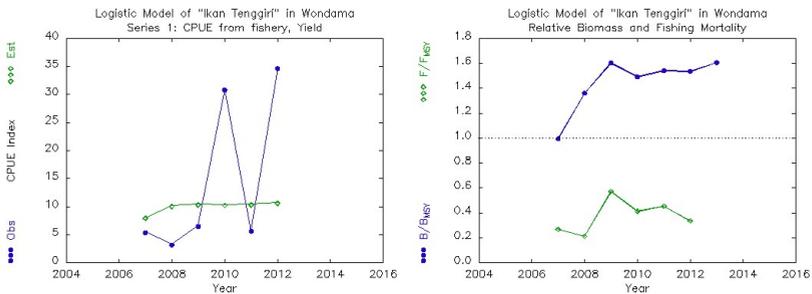
Ikan Tenggiri (Gambar 37) adalah nama umum bagi sekelompok ikan yang tergolong ke dalam marga Scomberomorus, suku Scombridae. Ikan ini merupakan kerabat dekat tuna, tongkol, madidihang, makrel dan kembung. Ikan ini tergolong ikan pelagis besar yang umumnya soliter (hidup sendiri) atau terkadang membentuk kelompok kecil. Penyebarannya di seluruh perairan Indo-Pasifik (termasuk perairan Indonesia), ditemukan pada perairan pesisir pantai sampai ke perairan lepas pantai pada kedalaman sampai mencapai 200 meter (Genisa 1999; Widodo 1989).

Ikan tenggiri tergolong predator yang buas (karnivora). Pada umumnya memakan ikan-ikan kecil terutama jenis-jenis ikan teri serta berbagai jenis sardinella. Makanan lainnya termasuk berbagai jenis karanggid berukuran kecil, peperek (Leiognathidae), cumi-cumi (Loligo), serta beberapa jenis udang penaeid. Kegiatan makan mereka dapat berlangsung siang dan malam (Widodo 1989). Penangkapan ikan ini di Indonesia menggunakan berbagai jenis alat, seperti , penangkapan dengan pancing tonda, jaring insang, purse seine, payang, jermal, sero (Genisa 1999).



Gambar 37. Bentuk morfologi ikan tenggiri (*Rastreliger* sp)

Berdasarkan analisis data hasil tangkapan ikan tenggiri yang tercatat di DKP Kabupaten Teluk Wondama dari tahun 2007 sampai 2012 diperoleh gambaran kondisi stok di perairan Teluk Wondama seperti pada Gambar 38. Rata-rata CPUE mengalami peningkatan yang relatif sedikit, meskipun data tahun 2010 – 2012 mengalami fluktuasi (Gambar 38 – kiri). Biomassa ikan tenggiri selama periode tersebut, setiap tahunnya masih lebih besar dari B_{MSY} . Hal ini bersesuaian dengan laju pemanfaatan yang direpresentasikan oleh mortalitas penangkapan masih jauh di bawah mortalitas pada kondisi MSY (Gambar 38 – kanan). Hasil tersebut menjelaskan bahwa pemanfaatan sumberdaya ikan tenggiri masih berpeluang besar untuk ditingkatkan ke tingkat yang lebih optimal.



Gambar 38. Kondisi stok ikan Tenggiri di perairan Teluk Wondama selama periode 2007-2011. Trend CPUE (kiri) dan trend biomassa dan mortalitas relatif (kanan)

Estimasi terhadap nilai potensi lestari (MSY) ikan tenggiri diperoleh angka sebesar 7.948 ton (Tabel 17). Nilai MSY tersebut bila dibandingkan dengan produksi tangkapan nelayan tahun 2012 (sebesar 4,308 ton) maka tingkat pemanfaatan sumberdaya ikan tenggiri pada tahun 2012 baru mencapai 59%. Peningkatan upaya penangkapan dapat dilakukan hingga sekitar 311 unit pancing tonda untuk dapat memanfaatkan sumberdaya ikan tenggiri secara optimal.

Tabel 17. Nilai beberapa paramater stok ikan Tenggiri di Perairan Teluk Wondama*)

Parameter	Nilai Estimasi	Selang Kepercayaan	
		80% lower	80% upper
MSY (Kg)	7948	2351	13360
Biomassa pada MSY (Bmsy)(Kg)	13550	7304	23750
Mortalitas penangkapan pada MSY (Fmsy)	0.58	0.12	1.14
Upaya pada MSY (Emsy) (unit)	311	213	1325
Tingkat Pemanfaatan tahun 2012 (%)	59	0.12	1.15

*) Diolah berdasarkan data DKP Kabupaten Teluk Wondama Tahun 2013.

VI. PRODUKTIVITAS DAN EFISIENSI ARMADA PENANGKAPAN

Secara khusus di Peraian Rumberpon dan Napan Yaur, kegiatan penangkapan ikan kerapu lebih terdorong oleh kehadiran pedagang pengumpul (UD Pulau Mas). Perusahaan ini membeli ikan kerapu dari nelayan dan dipelihara beberapa saat dalam keramba jaring apung, sebelum ikan kerapu dibawa ke Bali atau ke daerah tujuan ekspor.



Gambar 39. Hasil tangkapan ikan nelayan di Kampung Yomakan

6.1 Produktivitas Kegiatan Penangkapan

Menurut Prayoga (2010) produktivitas adalah ukuran kemampuan seluruh input sebagai satu kesatuan dalam faktor produksi untuk menghasilkan sejumlah output secara keseluruhan. Produktivitas dari armada tangkap perikanan umum dan perikanan kerapu disajikan dalam Tabel 18, 19, 20, dan 21.

Tingkat produktivitas pada jumlah hari operasi sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 18 terlihat bahwa produktivitas tertinggi terdapat pada hari operasi yang paling banyak (9-11) hari yakni, 187,12 kg/nelayan. Hal ini menunjukkan bahwa dengan semakin banyaknya jumlah hari yang digunakan oleh para nelayan dapat meningkatkan jumlah hasil tangkapan. Hal ini berarti bahwa penambahan waktu dan frekuensi hari operasi dapat meningkatkan hasil tangkapan. Meskipun sebagian besar nelayan hanya mencurahkan waktu operasi 3 - 4 hari dalam satu minggu dikarenakan nelayan harus menyesuaikan waktu operasinya dengan pedagang pengumpul. Kondisi ini menyebabkan usaha penangkapan nelayan menjadi tidak produktif.

Tabel 18. Produktivitas Armada Tangkap Perikanan Berdasarkan Hari Operasi

Kelas hari operasi	Jumlah Nelayan	Hasil Penangkapan	
		Total Penangkapan (kg)	Produktivitas Tangkapan per Nelayan (kg/nelayan)
3-4	20	620,88	31,04
5-6	2	81,96	40,98
7-8	1	73,30	73,30
9-11	1	187,12	187,12
Rataan			83,11
Simpangan baku			71,65

Tingkat produktivitas pada ukuran armada sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 16 terlihat bahwa produktivitas tertinggi terdapat pada ukuran armada yang paling besar (9,0-11,2 m) hari yakni, 62,97 kg/nelayan. Hal ini menunjukkan bahwa dengan semakin besar ukuran armada yang digunakan oleh para nelayan akan meningkatkan jumlah hasil tangkapan. Meskipun selama ini armada tangkap yang digunakan masih tergolong dalam kategori yang paling kecil (4,6-5,6 m).

Ukuran armada mempunyai hubungan linear dengan kemampuan menampung hasil tangkapan. Kapal yang berukuran besar mampu menampung ikan dalam jumlah yang banyak, namun hasil tangkapan yang diperoleh bergantung pada produktivitas alat tangkap yang digunakan, kondisi sumberdaya ikan dan musim penangkapan (Picaulima, 2012).

Tabel 19. Produktivitas Armada Tangkap Perikanan Berdasarkan Ukuran Armada Tangkap

Kelas Ukuran Armada (m)	Jumlah Nelayan	Total Penangkapan (kg)	Produktivitas Tangkapan per Nelayan (kg/nelayan)
4,6-5,6	10	183,23	18,32
5,7-6,7	4	81,30	20,33
6,8-7,8	5	43,79	8,76
7,9-8,9	2	9,90	4,95
9,0-11,2	3	188,92	62,97
Rataan			23,07
Simpangan baku			23,21

Tingkat produktivitas pada nomor mata pancing sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 20 terlihat bahwa produktivitas tertinggi terdapat pada nomor mata pancing (13-10) yakni, 50,50 kg/nelayan. Tingginya nilai produktivitas pada nomor mata pancing ini disebabkan pada saat melaut nelayan membawa mata pancing dengan nomor 13-15 lebih dari satu. Namun jika dilihat dari jumlah nelayan yang menggunakan mata pancing nomor 9-10 terlihat bahwa nelayan lebih banyak menggunakan mata pancing dengan nomor tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa masyarakat nelayan disana banyak menggunakan mata pancing dengan nomor tersebut dan hal ini terkait dengan ketersediaan mata pancing tersebut di pasar yang mudah diperoleh nelayan dan sesuai dengan kebutuhan mereka. Hal yang sama ditemukan juga pada penelitian oleh Anggawangsa (2008) yang memperlihatkan bahwa mata pancing yang kebanyakan digunakan oleh nelayan adalah mata pancing nomor 9.

Tabel 20. Produktivitas Armada Tangkap Perikanan Berdasarkan Nomor Mata Pancing

Kelas Nomor Mata Pancing	Jumlah Nelayan	Total Penangkapan (kg)	Produktivitas Tangkapan per Nelayan (kg/nelayan)
9-10	19	802,82	42,25
11-12	3	59,44	19,81
13-15	2	101,00	50,50
Rataan			37,52
Simpangan baku			15,88

Tingkat produktivitas pada nomor tali pancing sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 21 terlihat bahwa produktivitas tertinggi terdapat pada nomor tali pancing (43-50) yakni, 49,56 kg/nelayan. Hal ini menunjukkan bahwa masyarakat nelayan disana banyak menggunakan tali pancing dengan nomor tersebut dan hal ini terkait dengan ketersediaan tali pancing tersebut di pasar yang mudah diperoleh nelayan.

Tingkat produktivitas tertinggi dicapai pada armada tangkap bermesin yakni, 43,27 kg/nelayan (Tabel 22). Hal ini menunjukkan bahwa jumlah hasil tangkapan dipengaruhi oleh jenis tenaga pendorong perahu. Nelayan yang menggunakan perahu bertenaga mesin menghasilkan jumlah tangkapan yang lebih banyak daripada nelayan dengan perahu non mesin (dayun). Hal ini karena dengan

tenaga mesin, daerah penangkapan ikan dapat dijangkau lebih luas. Teknologi penangkapan ikan modern cenderung memiliki kemampuan jelajah sampai lepas pantai (*off shore*), sebaliknya untuk nelayan tradisional wilayah tangkapnya hanya sebatas perairan pantai (*in shore*).

Tabel 21. Produktivitas Armada Tangkap Perikanan Berdasarkan Nomor Tali Pancing

Kelas Nomor Tali Pancing	Jumlah Nelayan	Total Penangkapan (kg)	Produktivitas Tangkapan per Nelayan (kg/nelayan)
20-25	3	26,48	8,83
26-30	10	425,8	42,58
31-36	2	86,26	43,13
37-42	2	24,8	12,4
43-50	7	346,95	49,56
Rataan			31,3
Simpangan baku			19,12

Tabel 22. Produktivitas Armada Tangkap Perikanan Berdasarkan Tenaga Pendorong

Jenis Tenaga Pendorong	Jumlah Nelayan	Total Penangkapan (kg)	Produktivitas Tangkapan per Nelayan (kg/nelayan)
Mesin	13	562,46	43,27
Non Mesin	11	396,80	36,07

6.1 Efisiensi Kegiatan Penangkapan

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai γ yang merupakan nilai rasio dari keragaman efisiensi teknis terhadap total produksi. Nilai ini menggambarkan variasi produksi yang disebabkan oleh perbedaan efisiensi teknis dari variabel yang diamati diukur adalah 0,86 (Tabel 23). Artinya bahwa tujuh variabel faktor (jumlah hari operasi, ukuran armada, nomor mata pancing, nomor tali pancing, jenis tenaga pendorong, jarak daerah penangkapan, dan umur nelayan) memberi pengaruh terhadap jumlah hasil tangkapan perikanan sebesar 86%.

Sekitar 14% variabel faktor lain (musim, ombak, angin) yang turut mempengaruhi efisiensi armada tangkap perikanan yang berada diluar faktor yang digunakan dalam penelitian ini.

Capaian tingkat efisiensi usaha penangkapan sebesar 74%. Tingkat capaian ini dipengaruhi oleh empat variabel utama yakni jumlah hari operasi, ukuran armada, nomor mata pancing, dan nomor tali pancing berpengaruh. Meskipun tingkat efisiensi tersebut dapat dijelaskan sebesar 86%, secara statistik pengaruh tersebut tidak nyata ($p > 0,05$).

Tabel 23. Hasil Estimasi dari Fungsi Produksi Stochastic Frontier Armada Tangkap Perikanan

Parameter	Koefisien	Standard error	T-ratio
<i>Stochastic frontier model</i>			
β_0 (konstanta)	0,54	0,24	0,22
β_1 (jumlah hari operasi)	0,15	0,36	0,43
β_2 (ukuran armada)	-0,12	0,62	-0,20
β_3 (nomor mata pancing)	-0,22	0,79	-0,28
β_4 (nomor tali pancing)	0,88	0,43	0,20
Rataan Efisiensi Teknis	0,74		
<i>Inefficiency effects model</i>			
δ_0 (konstanta)	0,11	0,16	0,69
δ_1 (jenis tenaga pendorong)	-0,28	0,19	-0,14
δ_2 (jarak daerah penangkapan)	0,36	0,26	0,14
δ_3 (umur nelayan)	-0,15	0,13	-0,11
<i>Variance parameter</i>			
σ^2	0,20	0,69	0,29
γ	0,86	0,73	0,11

Dalam kegiatan ini koefisien variabel β_1 (jumlah hari operasi) dan β_4 (nomor tali pancing) memberikan tanda yang positif. Hal ini dapat diartikan bahwa setiap kenaikan satu unit log β_1 (jumlah hari operasi) dapat menaikkan produksi

sebesar log 0,15 atau sebesar 1,41 kg produksi tangkapan. Setiap kenaikan pada satu unit log β_4 (nomor tali pancing) dapat menaikkan produksi sebesar log 0,88 atau sebesar 7,59 kg produksi tangkapan. Namun demikian, secara statistik berdasarkan nilai t hitung kedua variabel tersebut tidak berpengaruh nyata ($p > 0.05$) terhadap jumlah hasil tangkapan.

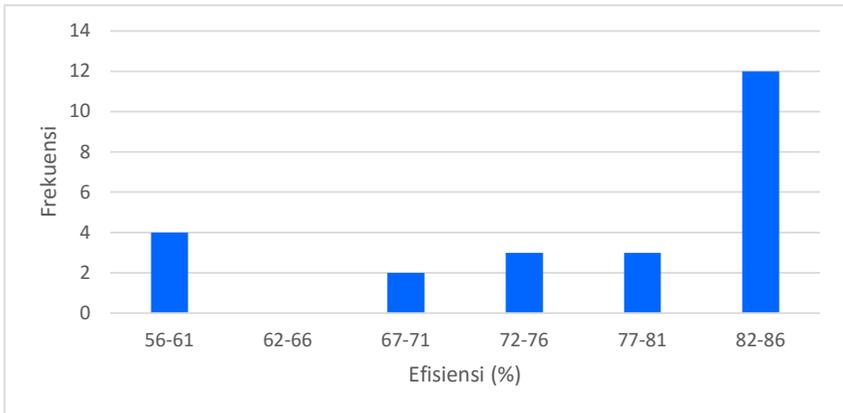
Variabel atau faktor ukuran armada tangkap dan nomor mata pancing memperlihatkan nilai koefisien yang bertanda negatif. Artinya bahwa peningkatan dalam faktor ini dapat memberikan pengaruh negatif atau dapat menurunkan jumlah tangkapan walaupun secara statistik kedua faktor tersebut tidak berpengaruh nyata ($P > 0.05$) terhadap jumlah hasil tangkapan. Dalam hal ini setiap kenaikan satu unit log β_2 (ukuran armada tangkap) dapat menurunkan log produksi sebesar 0,12 atau sebesar 1,32 kg produksi tangkapan. Setiap kenaikan satu unit log β_3 (nomor mata pancing) dapat menurunkan produksi tangkapan sebesar 0,22 atau sebesar 1,66 kg hasil tangkapan. Semua kondisi diatas terjadi hanya apabila faktor-faktor lain yang berpengaruh berada pada posisi tetap (nilainya tidak naik atau turun).

Berdasarkan analisis inefisiensi memperlihatkan bahwa dari ketujuh variabel terdapat tiga variabel yang memberi pengaruh inefisiensi terhadap usaha penangkapan ikan secara umum, walaupun berdasarkan analisis statistik tidak berpengaruh nyata. Ketiga variabel tersebut adalah jenis tenaga pendorong, jarak daerah penangkapan, dan umur nelayan.

Sebagian besar armada tangkap perikanan (12 armada) memiliki tingkat efisiensi 82,86% (Gambar 40), atau kebanyakan usaha penangkapan ikan oleh armada tangkap nelayan tradisional telah berjalan secara efisien. Hal ini menunjukkan bahwa sumberdaya sudah dimanfaatkan dengan menggunakan variabel (hari operasi, ukuran armada, nomor mata pancing, dan nomor tali pancing) secara efektif oleh nelayan dalam usaha penangkapan hasil perikanan. Sebagai contoh penggunaan jumlah hari operasi yang tidak dilakukan setiap hari sehingga dalam hal ini terjadi penghematan tenaga kerja dan penghematan biaya operasional (BBM dan bahan makanan). Nilai efisiensi dibedakan antara armada tangkap yang menggunakan tenaga mesin dan non mesin (Tabel 20).

Nilai efisiensi teknis tertinggi terdapat pada armada tangkap yang bermesin (Tabel 24). Daya mesin armada atau tenaga pendorong akan menentukan kecepatan armada saat menangkap ikan sehingga nelayan harus mengoptimalkan kekuatan

mesin saat proses penangkapan ikan. Menurut Wijopriono dan Genisa (2003) dalam Pratama *et al* (2016) armada tangkap perikanan dengan kecepatan yang relatif tinggi dapat menghalangi atau menyaingi kecepatan renang ikan. Oleh karena itu, perahu yang bergerak relatif lebih cepat dari kecepatan renang ikan akan meningkatkan peluang tertangkapnya ikan. Dengan kekuatan mesin yang besar, maka proses penangkapan ikan juga lebih cepat sehingga kemungkinan ikan untuk lolos juga semakin kecil. Mesin yang digunakan dalam kegiatan penangkapan armada tangkap perikanan nelayan di Kampung Yomakan umumnya mesin katinting dengan ukuran mesin 5-8 PK dan ada beberapa mesin motor tempel dengan ukuran 15 PK.



Gambar 40. Distribusi Frekuensi Efisiensi Teknis Armada Tangkap yang menangkapi Jenis-Jenis Ikan Umum

Tabel 24. Efisiensi Teknis Armada Tangkap Perikanan Jenis Umum Berdasarkan Tenaga Pendorong

Armada Tangkap (Perahu)	Efisiensi (%)
Bertenaga Mesin	81,23
Non Mesin	71,55

Faktor lain yang turut mempengaruhi hasil tangkapan nelayan adalah jarak dan lokasi penangkapan (*fishing ground*). Jarak daerah penangkapan yang jauh akan mempengaruhi inefisiensi usaha penangkapan ikan. Lokasi penangkapan yang semakin jauh menyebabkan biaya operasional penangkapan yang dikeluarkan menjadi semakin besar dan akan memberatkan pengusaha dalam bidang perikanan tangkap. Terkadang biaya yang dikeluarkan lebih banyak dibanding dengan hasil tangkapan. Area penangkapan yang lebih jauh mengakibatkan perjalanan menuju lokasi semakin lama yang berimbas pada penggunaan komponen biaya operasional lebih banyak.

VII. STRATEGI PENGELOLAAN

Strategi pengelolaan perikanan demersal (kerapu) dan perikanan pelagis didasarkan pada kajian aspek biologis dan aspek armada penangkapan ikan. Aspek biologis meliputi ukuran panjang, laju pertumbuhan, mortalitas dan tingkat pemanfaatan. Armada tangkap ikan meliputi kapasitas dan efisiensi armada tangkap yang digunakan, termasuk alat tangkap yang digunakan. Dengan demikian, strategi penataan sumberdaya akan meliputi penerapan *input and output control management* dalam kegiatan perikanan tangkap.

7.1 Ikan Demersal

7.1.1 Napan Yaur

Ikan demersal di perairan TNTC merupakan jenis yang berasosiasi dengan ekosistem karang, sehingga keberadaan ikan ini sangat tergantung pada terpeliharanya kondisi ekosistem terumbu karang. Karang ini tersebar di sepanjang pesisir dan pulau-pulau kecil. Selama 6 tahun terakhir ini, kegiatan penangkapan ikan ekonomis dari jenis kerapu dan napoleon menjadi target penangkapan ikan oleh nelayan. Ikan ini dijual dalam keadaan hidup ke pedagang pengumpul untuk selanjutnya dipelihara dalam keramba jaring apung. Jenis kerapu yang menjadi target utama adalah kerapu bebek atau tikus (*Cromoliptis altivelis*), kerapu macan (*E. fuscoguttatus*), kerapu lumpur (*E. tauvina*), kerapu sunu (*Plectropomus leopardus*) dan ikan napoleon (*Cheilinius undulatus*).

Dalam kajian ini, strategi pengelolaan dibatasi pada *P. leopardus* karena merupakan jenis yang banyak tertangkap nelayan dan ditemukan pada semua lokasi, dimana pedagang pengumpul berada. Jenis kerapu lain dapat secara langsung mengikuti pendekatan-pendekatan pengelolaan yang diterapkan pada *P. leopardus*. Pertimbangan lain adalah ikan yang tertangkap memiliki peluang yang sama untuk tertangkap.

Hasil tangkapan *P. leopardus* di Perairan Napan Yaur pada Tahun 2015 sebesar 1.177 kg.tahun⁻¹ dan analisis pendugaan TAC *P. leopardus* sebesar 1.180 kg.tahun⁻¹. Hal ini berarti bahwa *P. leopardus* telah dimanfaatkan sebesar 99,7% dari TAC. Selanjutnya, rata-rata ukuran panjang *P. leopardus* yang tertangkap berkisar 32,34±5,21 (cm) menunjukkan bahwa jenis ini tertangkap pada ukuran yang

sudah memijah. Ukuran *P. leopardus* untuk pertama kali matang gonad adalah 21 cm, dengan kisaran aktif memijah pada ukuran panjang 21 – 60 cm (data fishbase, 2016). Meskipun, ikan yang tertangkap diperkirakan sudah memijah, data kisaran aktif memijah dari *P. leopardus* dapat dipertimbangkan sebagai aspek penting dalam mengendalikan kegiatan penangkapan di alam.

Pedagang pengumpul, saat ini, memiliki standar ikan yang layak untuk dibeli adalah berkisar >700 gram (peneliti belum melakukan verifikasi tentang standar ini, tetapi mungkin komitmen dengan KKP yang memberikan ijin). Data hasil pengukuran dalam kajian ini menunjukkan bahwa ikan *P. leopardus* yang tertangkap berukuran berat $472 \pm 242,5$ (gram). Berdasarkan pada data tersebut dapat dikatakan bahwa kebanyakan ikan yang tertangkap dan dijual oleh nelayan, sesungguhnya, lebih kecil dari 700 gram. Jika mengikuti persamaan hubungan panjang dan berat yang telah diperoleh sebagaimana diuraikan pada bab sebelumnya, maka ukuran paling ideal hasil tangkapan sebaiknya dimulai dari panjang total 40 cm. Jadi, berat ikan yang diperoleh adalah >700 gram, angka yang sesuai dengan kriteria pembelian dari pedagang pengumpul. Menangkap ikan kerapu berukuran panjang total 40 cm diharapkan ikan sudah memijah beberapa kali dan telah memasuki fase akhir dari aktif memijah. Selanjutnya, ukuran mata pancing yang digunakan adalah 9 hingga 10.

Upaya pengelolaan yang dilakukan adalah tidak perlu menambah jumlah armada tangkapan saat ini, mengingat TAC sudah dimanfaatkan hampir 100%. Upaya lain yang perlu dilakukan adalah menentukan waktu yang tepat terjadinya proses pemijahan. Penelitian tingkat kematangan gonap (TKG) *P. leopardus* perlu segera dilakukan, sehingga musim-musim pemijahan ikan dapat dipetakan dengan baik. Dengan demikian, kegiatan penangkapan ikan dalam siklus tahunan dapat ditentukan secara pasti. Informasi ini, selanjutnya, dapat digunakan untuk memastikan kapan lokasi penangkapan ikan dapat ditutup atau terbuka bagi kegiatan penangkapan. Penutupan lokasi penangkapan ikan dalam jangka waktu tertentu dapat memberikan kesempatan bagi ikan melakukan proses pemijahan dan rekrutmen untuk menambah jumlah dan biomas ikan di alam. Penutupan lokasi penangkapan dapat diintegrasikan dengan konservasi tradisional yang dilakukan di kawasan TNTC, misalnya melalui kegiatan sasi.

Cara lain adalah melakukan penelitian partisipatif dengan melakukan penilaian stok ikan yang tertangkap oleh nelayan. Dalam penelitian ini dapat ditanyakan kepada nelayan, apakah ikan yang tertangkap memiliki telur atau tidak, dan atau pada bulan-bulan apa dalam setahun ikan tertangkap memiliki telur. Survei partisipatif ini dapat dilakukan secara cepat, dan hasilnya akan memberikan gambaran tentang waktu yang tepat dari penelitian TKG yang harus dilakukan.

7.1.2 Rumberpon

Data TAC *P. leopardus* sebesar $7.419 \text{ kg.tahun}^{-1}$, dan data produksi tangkapan ikan oleh nelayan Rumberpon yang diperoleh dari pedagang pengumpul sebesar $1.894,7 \text{ kg.tahun}^{-1}$ pada Tahun 2015. Artinya, pemanfaatannya hanya mencapai 25,5%. Data ini menunjukkan bahwa upaya penangkapan masih dapat ditingkatkan untuk memanfaatkan alokasi *P. leopardus* yang tersisa. Hasil analisis produktivitas dan efisiensi armada tangkap, sebagaimana diuraikan pada bab sebelumnya, menunjukkan pada kisaran produktivitas rendah dan efisiensi armada penangkapan sudah mencapai 74%. Dengan demikian armada tangkap (jumlah dan alat penangkapan) dapat ditingkatkan sebesar 50% dari jumlah yang sudah ada, atau sekitar 36 unit pancing dari yang sebelumnya sekitar 24 unit pancing.

Upaya pengelolaan lain dapat dilakukan dengan mengendalikan kelebihan TAC pada tingkat pemanfaatan optimum. Optimalisasi lebih difokuskan pada penambahan armada tangkap, tetapi kegiatan penangkapan ikan tetap dilakukan oleh nelayan lokal. Kelebihan alokasi tangkapan yang dibolehkan tidak dapat dipindahkan ke nelayan luar (bukan lokal) untuk menghindari konflik internal yang sering muncul di masyarakat. Cara lain adalah dengan cara mengizinkan nelayan lokal lain yang bermukim di kampung-kampung di sekitar Pulau Rumberpon.

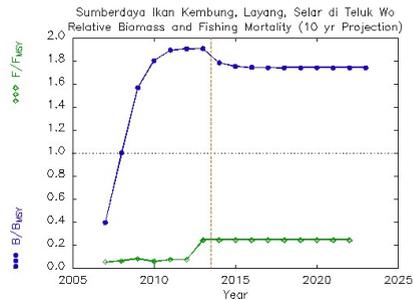
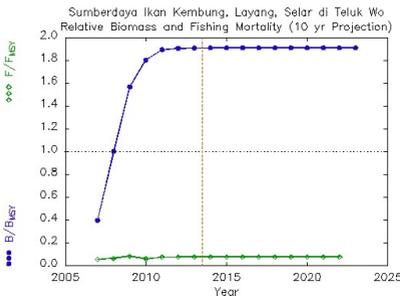
Selanjutnya, ukuran *P. leopardus* yang diperoleh dalam penelitian ini memiliki ukuran panjang berkisar $29,2 \pm 7,64$ (cm) dengan berat berkisar $433,1 \pm 302,8$ (gram). Informasi ini menunjukkan bahwa kebanyakan ikan yang tertangkap berada dibawah ukuran panjang dan berat yang diisyaratkan. Artinya, ikan yang tertangkap masih berada pada kisaran ikan yang aktif memijah, sebagaimana hasil penelitian *P. leopardus* di Napan Yaur. Dengan demikian, upaya pendekatan *P. leopardus* di Napan Yaur dapat diterapkan pula pada perikanan kerapu di Rumberpon.

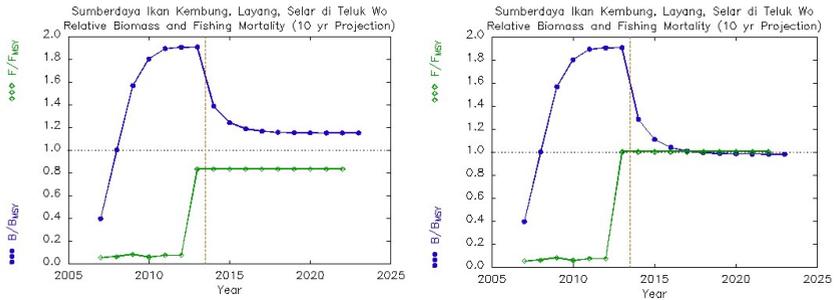
7.2 Ikan pelagis Kecil

7.2.1 Ikan Layang, Selar dan Kembung

Bawole dan Sala (2014) menyatakan bahwa pengembangan perikanan kelompok ikan layang, kembung dan selar masih sangat terbuka untuk ditingkatkan. Beberapa analisis skenario dikembangkan untuk memberikan gambaran kebijakan dalam pemanfaatan kelompok ikan ini sehingga tingkat pemanfaatan menjadi optimal dengan tetap mempertimbangkan keberlangsungan stok. Bawole dan Sala (2014) mengemukakan ada beberapa skenario yang dikembangkan meskipun proyeksi skenario didasarkan data BPS Kabupaten Teluk Wondama. Skenario yang dikembangkan bersifat relatif terhadap kondisi tahun 2012. Disamping itu, data proyeksi diperkirakan sampai tahun 2022, dan proyeksi tahun 2016 dan seterusnya dapat menggunakan skenario ini.

Gambaran kondisi stok sumberdaya pada setiap skenario seperti ditunjukkan pada Gambar 41. Pada setiap skenario tingkat pemanfaatan, kondisi dari sumberdaya dievaluasi dengan nilai B/B_{MSY} dan F/F_{MSY} . Berdasarkan kriteria biomassa relatif dan mortalitas penangkapan relatif setiap tahun, kenaikan tingkat upaya sampai 20 kali (skenario 20 F) terhadap tingkat upaya tahun 2012 menunjukkan kondisi biomassa ikan setiap tahun sepanjang tahun proyeksi telah lebih kecil B_{MSY} .





Gambar 41. Proyeksi rasio biomassa dan rasio mortalitas kelompok ikan kembung, layang dan selar pada tahun t (B_t) terhadap biomassa dan mortalitas pada MSY (Bawole dan Sala, 2014).
kiri atas adalah 1 F, kanan atas adalah 3 F, kiri bawah adalah 10 F,
dan kanan bawah adalah 12 F.

Strategi pengelolaan yang diusulkan adalah tingkat upaya penangkapan dapat ditingkatkan pada level 10 kali dari level tahun 2012. Kondisi ini masih memungkinkan untuk mempertahankan biomassa setiap tahun pada level yang lebih besar dari B_{MSY} . Oleh karena itu, direkomendasikan untuk tidak meningkatkan upaya penangkapan lebih dari 10 kali dari kondisi tahun 2012.

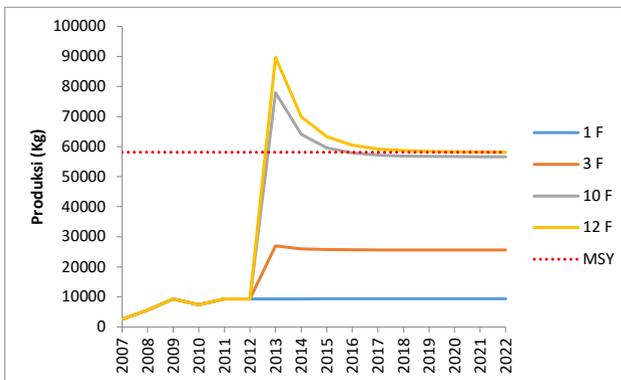
Dengan peningkatan tingkat upaya sampai pada level 10 kali dari kondisi tahun 2012, diharapkan produksi akan dapat ditingkatkan secara significant. Namun demikian peningkatan produksi tersebut masih belum melampaui MSY (Gambar 42) sehingga tidak mengganggu keberlangsungan sumberdaya ikan.

Pada 5 Tahun terakhir ini, alat penangkapan ikan telah berkembang. Pergeseran teknologi penangkapan tidak hanya dilakukan terhadap armada (perahu) tetapi juga teknik penangkapan ikan dan penggunaan alat bantu (lampu). Teknik penangkapan ikan mulai bergeser dari teknik penangkapan tradisional ke teknik penangkapan yang lebih modern. Penangkapan yang tadinya menggunakan pancing beralih ke praktek-praktek penangkapan dengan menggunakan bagan. Penggunaan bagan ini telah dilakukan oleh nelayan dari laur (non lokal), meskipun penggunaan pancing masih tetap digunakan.

Ada 2 model bagan yang berkembang di sekitar Teluk Wondama, yaitu bagan tancap yang dioperasikan pada teluk bagian dalam dan bagan apung yang dioperasikan pada daerah pertengahan teluk. Bagan tancap dioperasikan di sekitar perairan Wasior, dan bagan apung dioperasikan sekitar perairan Pulau

Yopmeos hingga ke perairan Sombokora. Lokasi penangkapan sebetulnya sudah memasuki daerah perikanan tradisional masyarakat berdasarkan peta lokasi pemanfaatan ruang Taman Nasional Teluk Cenderawasih. Lokasi perikanan tradisional ini sebenarnya diperuntukan bagi nelayan lokal untuk kegiatan perikanan, dengan menggunakan alat tradisional. Penggunaan bagan, berdasarkan dokumen RPTN TNTC 2009 – 20...) diarahkan untuk memanfaatkan perairan umum (batas diatas 4 mil dari surut rendah terendah kearah laut). Pengoperasian bagan di zona pemanfaatan tradisional jelas bertentangan dengan RPTN TNTC yang sudah ditetapkan oleh Kemenhut RI. Tidak berjalannya implementasi dari RPTN TNTC tentang pengaturan daerah operasi bagan perahu tersebut disebabkan karena secara geografis wilayah perairan di atas 4 mil laut merupakan perairan terbuka, yang terekspos oleh gelombang dan angin; dimana hal ini tidak sesuai untuk perikanan bagan.

Strategi pengelolaan yang dapat dilakukan adalah: 1) mengembalikan fungsi peruntukan berbagai zona yang sudah diatur dalam dokumen RPTN TNTC. Kerjasama antar pemangku kepentingan menjadi kunci dalam menyelesaikan masalah perijinan bagan. Meskipun hal ini tidak menguntungkan secara teknis bagi nelayan bagan perahu; dan 2) mengijinkan bagan perahu beroperasi di dalam zona pemanfaatan tradisional dengan pembatasan hanya dilakukan oleh nelayan masyarakat lokal dan pembatasan jumlah bagan. Strategi ini mensyaratkan adanya upaya peningkatan kapasitas masyarakat lokal sehingga dapat mengoperasikan bagan perahu.



Gambar 42. Proyeksi produksi kelompok ikan kembung, layang dan selar pada tahun 2013-2022 (Bawole dan Sala, 2014)

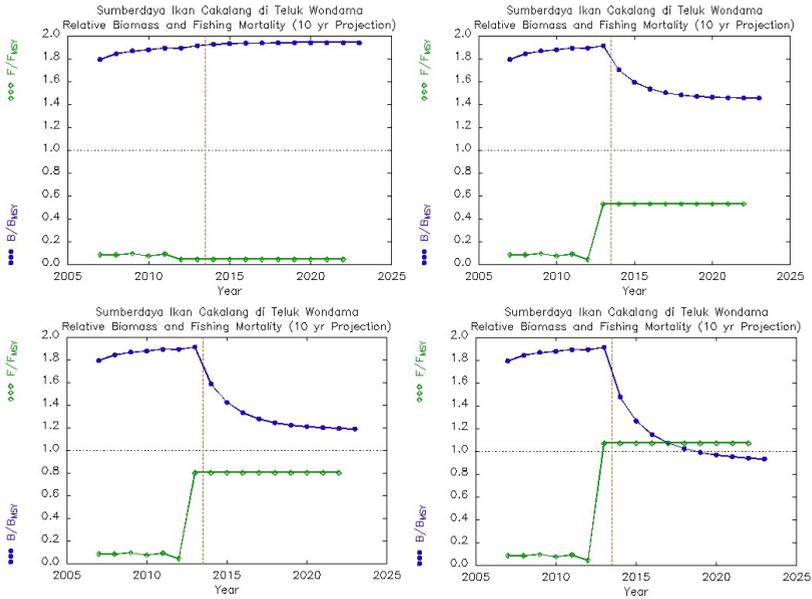
7.2.2 Ikan Cakalang

Berdasarkan pendugan nilai potensi lestari pada Bab 5.1 diketahui bahwa masih terbuka peluang untuk pengembangan perikanan cakalang di perairan Kabupaten Teluk Wondama. Beberapa analisis skenario dikembangkan untuk memberikan gambaran kebijakan dalam pemanfaatan ikan cakalang sehingga diperoleh tingkat pemanfaatan yang optimal tapi tetap mempertimbangkan keberlangsungan stok. Ada 4 skenario yang dikembangkan, yakni:

- 1) Mempertahankan tingkat upaya tetap seperti kondisi tahun 2012 (1 F);
 - 2) Meningkatkan tingkat upaya 10 kali (10 F);
 - 3) Meningkatkan tingkat upaya 15 kali (15 F); dan
 - 4) Meningkatkan tingkat upaya 20 kali (20 F).
- 5) Semua keempat skenario di atas relatif terhadap kondisi tahun 2012.

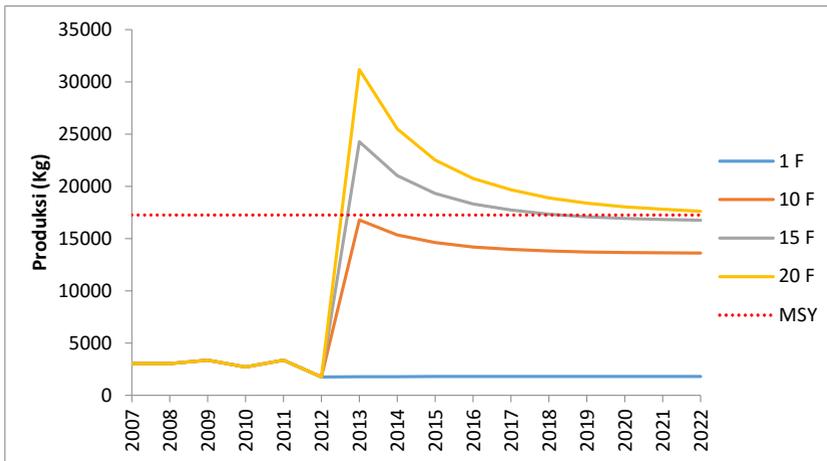
Dari hasil skenario tersebut di atas dan diproyeksikan 10 tahun ke depan (sampai tahun 2022) diperoleh gambaran kondisi stok sumberdaya pada setiap skenario seperti ditunjukkan pada Gambar 4.3. Pada setiap skenario tingkat pemanfaatan, kondisi dari sumberdaya dievaluasi dengan memperhatikan ukuran biomassa setiap tahunnya dan dibandingkan dengan biomassa pada kondisi MSY (B/B_{MSY}). Selain itu, penilaian dilakukan terhadap nilai mortalitas penangkapan setiap tahun relatif terhadap mortalitas penangkapan pada MSY (F/F_{MSY}). Untuk kondisi sumberdaya yang berkelanjutan, maka nilai B/B_{MSY} dipertahankan lebih besar dari 1 atau F/F_{MSY} bernilai kurang dari 1.

Berdasarkan kriteria tersebut di atas, kenaikan tingkat upaya sampai 15 kali (skenario 15 F) terhadap tingkat upaya tahun 2012 masih menjamin sumberdaya ikan cakalang memiliki biomassa yang lebih besar dari B_{MSY} . Sampai batas ini pemanfaatan ikan cakalang masih menjamin terjadinya keberlanjutan sediaan stok. Namun apabila tingkat upaya ditingkatkan sampai 20 kali (skenario 20 F), maka nilai B/B_{MSY} sudah turun lebih rendah dari satu dan relatif mortalitas penangkapan (F/F_{MSY}) sudah meningkat di atas 1. Hal ini menunjukkan bahwa pada tingkat pemanfaatan 20 F telah melampaui MSY.



Gambar 43. Proyeksi rasio biomassa ikan cakalang pada tahun t (B) terhadap biomassa pada MSY (B_{MSY}) pada beberapa skenario tingkat pemanfaatan (relative terhadap tingkat upaya pada tahun 2012). Grafik kiri atas adalah 1 F, kanan atas adalah 10 F, kiri bawah adalah 15 F, dan kanan bawah adalah 20 F

Produksi hasil tangkapan ikan cakalang yang bisa dihasilkan apabila keempat skenario di atas diaplikasikan dapat digambarkan dalam bentuk proyeksi hasil tangkapan pada Gambar 44. Pada posisi status *quo* (tidak ada perubahan tingkat upaya) maka produksi akan relatif konstan dan tidak berubah dari produksi tahun 2012. Peningkatan sebesar 10 kali tingkat upaya akan mendorong peningkatan produksi sampai 16.700 ton (masih di bawah MSY). Namun peningkatan sampai 15 kali akan meningkatkan produksi sampai melampaui MSY meskipun demikian akan mengalami penurunan secara perlahan. Penurunan produksi akan terjadi lebih cepat terjadi apabila upaya dinaikan sampai 20 kali upaya tahun 2012. Pada kondisi tingkat pemanfaatan ini terjadi tingkat pemanfaatan lebih (*over exploited*) dan pengurangan biomassa ikan akan terjadi lebih cepat.



Gambar 44. Proyeksi produksi ikan cakalang pada tahun 2013 -2022 pada beberapa skenario tingkat pemanfaatan (relatif terhadap tingkat upaya pada tahun 2012)

7.3 Ikan Pelagis Besar

7.3.1 Ikan Madidihang

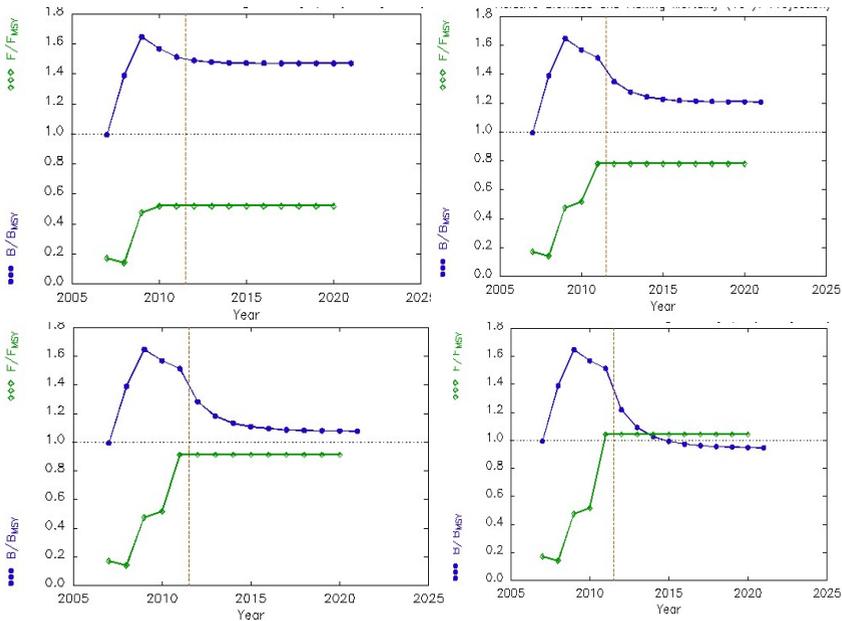
Berdasarkan pendugaan nilai potensi lestari pada Bab 5.2 diketahui bahwa pengembangan perikanan madidihang sangat terbatas mengingat tingkat pemanfaatannya sudah mendekati titik MSY. Beberapa analisis skenario dikembangkan untuk memberikan gambaran kebijakan dalam pemanfaatan ikan madidihang sehingga diperoleh tingkat pemanfaatan yang optimal tapi tetap mempertimbangkan keberlangsungan stok. Ada 4 skenario yang dikembangkan, yakni:

- 1) Mempertahankan tingkat upaya tetap seperti kondisi tahun 2010 (1 F);
- 2) Meningkatkan tingkat upaya 1.5 kali (1.5 F);
- 3) Meningkatkan tingkat upaya 1.75 kali (1.75 F); dan
- 4) Meningkatkan tingkat upaya 2 kali (2 F).

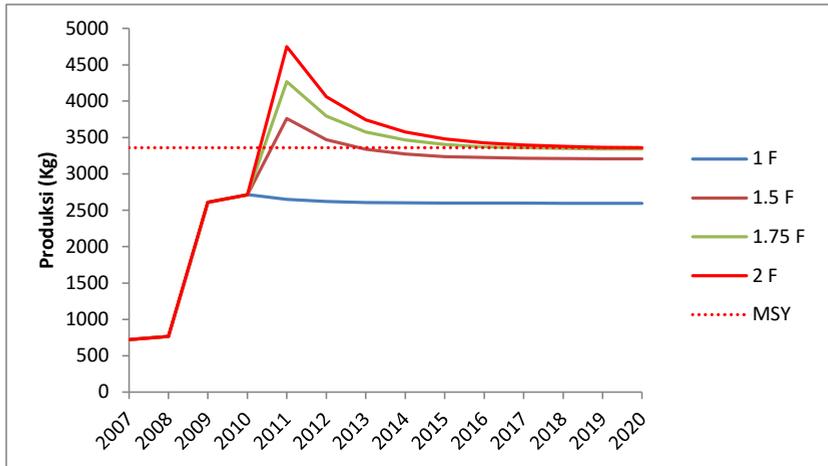
Semua keempat skenario di atas relatif terhadap kondisi tahun 2010, karena data yang tersedia untuk ikan ini hanya sampai tahun 2010.

Dari hasil skenario tersebut di atas dan diproyeksikan 10 tahun ke depan (sampai tahun 2020) diperoleh gambaran kondisi stok sumberdaya pada setiap skenario seperti ditunjukkan pada Gambar 45. Pada setiap skenario tingkat pemanfaatan, kondisi dari sumberdaya dievaluasi dengan nilai B/B_{MSY} dan F/F_{MSY} .

Berdasarkan kriteria biomassa relatif dan mortalitas penangkapan relatif setiap tahun, kenaikan tingkat upaya sampai 1.75 kali (skenario 1.75 F) terhadap tingkat upaya tahun 2010 masih menunjukkan sumberdaya ikan madidihang memiliki biomassa yang lebih besar dari B_{MSY} . Namun demikian, skenario ini akan meningkatkan produksi sepanjang tahun proyeksi di atas MSY (Gambar 46) sehingga kemungkinan akan mengarah kepada pemanfaatan yang berlebih. Untuk keberlanjutan sumberdaya ikan madidihang, pendekatan yang lebih konservatif dengan menetapkan peningkatan upaya penangkapan sampai 1.5 kali upaya tahun 2010 akan lebih menjamin keberlanjutan stok ikan madidihang.



Gambar 45. Proyeksi rasio biomassa ikan Madidihang pada tahun t (B_t) terhadap biomassa pada MSY (B_{MSY}) pada beberapa skenario tingkat pemanfaatan (relative terhadap tingkat upaya pada tahun 2010). Grafik kiri atas adalah 1 F, kanan atas adalah 1,5 F, kiri bawah adalah 1,75 F, dan kanan bawah adalah 2 F



Gambar 46. Proyeksi produksi ikan Madidihang pada tahun 2013 -2020 pada beberapa skenario tingkat pemanfaatan (relatif terhadap tingkat upaya pada tahun 2010)

7.3.2 Ikan Tenggiri

Berdasarkan pendugaan nilai potensi lestari pada Bab 5.5 diketahui bahwa pengembangan perikanan kelompok ikan tenggiri masih sangat terbuka untuk ditingkatkan dari kondisi tingkat upaya pada tahun 2012. Beberapa analisis skenario dikembangkan untuk memberikan gambaran kebijakan dalam pemanfaatan kelompok ikan ini sehingga diperoleh tingkat pemanfaatan yang optimal tapi tetap mempertimbangkan keberlangsungan stok. Ada 4 skenario yang dikembangkan, yakni:

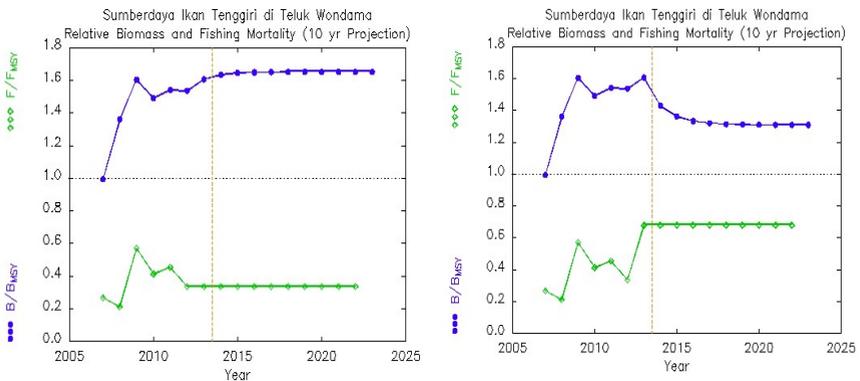
- 1) Mempertahankan tingkat upaya tetap seperti kondisi tahun 2012 (1 F);
- 2) Meningkatkan tingkat upaya 2 kali (2 F);
- 3) Meningkatkan tingkat upaya 2.5 kali (2.5 F); dan
- 4) Meningkatkan tingkat upaya 3 kali (3 F).

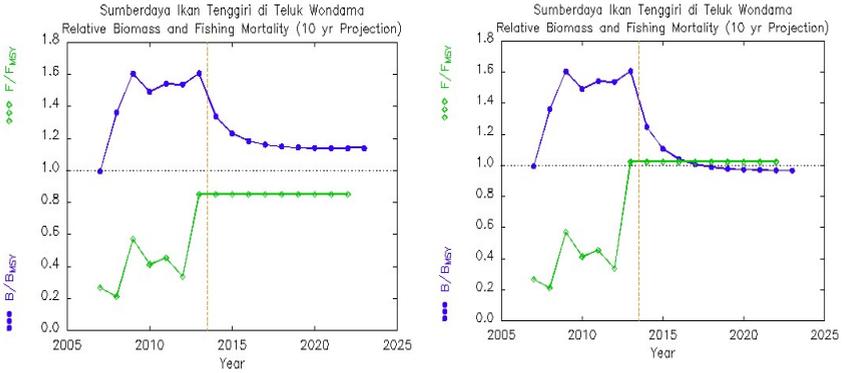
Semua keempat skenario di atas relatif terhadap kondisi tahun 2012, karena data yang tersedia untuk ikan ini hanya sampai tahun 2012.

Dari hasil skenario tersebut di atas dan diproyeksikan 10 tahun ke depan (sampai tahun 2022) diperoleh gambaran kondisi stok sumberdaya pada setiap skenario seperti ditunjukkan pada Gambar 47. Pada setiap skenario tingkat pemanfaatan, kondisi dari sumberdaya dievaluasi dengan nilai B/B_{MSY} dan F/F_{MSY} .

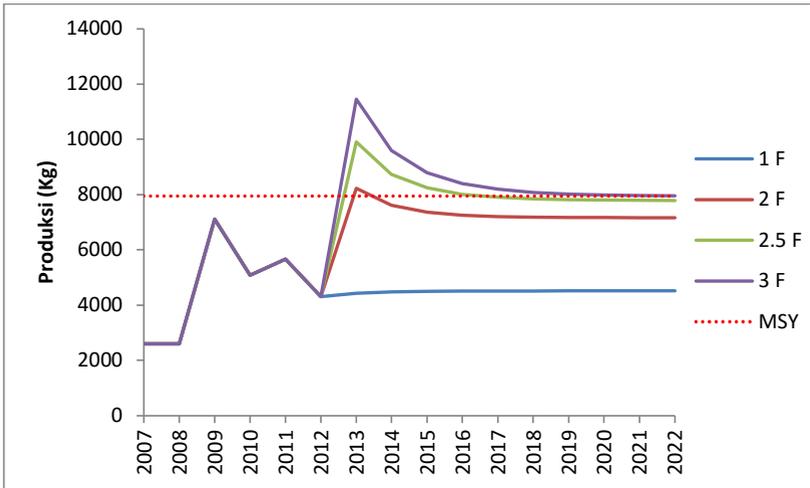
Berdasarkan kriteria biomassa relatif dan mortalitas penangkapan relatif setiap tahun, kenaikan tingkat upaya sampai 3 kali (skenario 3 F) terhadap tingkat upaya tahun 2012 menunjukkan kondisi biomassa ikan setiap tahun sepanjang tahun proyeksi telah lebih kecil B_{MSY} . Untuk tindakan konservasi sumberdaya, tingkat upaya sampai pada level 2.5 kali dari level tahun 2012 masih memungkinkan untuk mempertahankan biomassa setiap tahun pada level yang lebih besar dari B_{MSY} . Oleh karena itu, direkomendasikan untuk tidak meningkatkan upaya penangkapan lebih dari 2.5 kali dari kondisi tahun 2012.

Produksi hasil tangkapan ikan tenggiri yang bisa dihasilkan apabila keempat skenario di atas diterapkan dapat digambarkan dalam bentuk proyeksi hasil tangkapan pada Gambar 48. Pada posisi status *quo* (tidak ada perubahan tingkat upaya) maka produksi akan relatif konstan dan tidak berubah dari produksi tahun 2012. Peningkatan sebesar 3 kali tingkat upaya akan mendorong peningkatan produksi sampai 9.960 ton (melampaui MSY) tapi tidak ditunjang dengan sediaan biomassa ikan yang cukup untuk mendukung keberlanjutan. Oleh karena itu, peningkatan upaya sampai 2.5 kali disarankan sebagai batas maksimum upaya untuk penangkapan ikan tenggiri di perairan Teluk Wondama. Pada tingkat upaya tersebut, jumlah produksi akan meningkat tapi tetap dapat didukung oleh sediaan biomassa ikan yang lebih besar dari B_{MSY} .





Gambar 47. Proyeksi rasio biomassa dan rasion mortalitas ikan Tenggiri pada tahun t (B_t) terhadap biomassa dan mortalitas pada MSY pada beberapa skenario tingkat pemanfaatan (relatif terhadap tingkat upaya pada tahun 2012). Grafik kiri atas adalah 1 F, kanan atas adalah 2 F, kiri bawah adalah 2,5 F, dan kanan bawah adalah 3 F.



Gambar 48. Proyeksi produksi ikan Tenggiri pada tahun 2013 -2022 pada beberapa skenario tingkat pemanfaatan (relatif terhadap tingkat upaya pada tahun 2012).

VIII. PENUTUP

Sumberdaya perikanan di Kawasan TNTC Kabupaten Teluk Wondama telah terbukti dapat meningkatkan sumber pendapatan masyarakat. Dalam perkembangannya, aktifitas penangkapan menjadi tidak terkendali akibat permintaan pasar yang tinggi terhadap komoditas perikanan sehingga tekanan terhadap stok sumberdaya semakin besar.

Dalam upaya mewujudkan perikanan berkelanjutan di Kawasan TNTC, maka kegiatan pengendalian melalui implementasi *input and output control* dari perikanan berkelanjutan harus diterapkan secara bijaksana, dalam rangka menjaga sumberdaya ikan tetap lestari dan pada sisi yang lain secara ekonomi dapat memberikan keuntungan. Semoga data dan metode aktual yang disajikan dalam buku ini dapat memberikan informasi yang bermanfaat dalam upaya mendukung strategi dan pengelolaan perikanan tangkap di Kabupaten Teluk Wondama.

DAFTAR PUSTAKA

- Abaunza, P., A. C. Farina and A. Murta. 2003. Applying Biomass Dynamic Models to the Southern House Mackerel Stock (Atlantic Waters of Iberian Peninsula). A Comparison with VPA-Based Methods. *Scientia Marina* 67(Suppl. 1): 291-300.
- Allen CR, Fontaine JJ, Pope KL, Garmestani AS. 2010. Adaptive management for a turbulent future. *Journal of Environmental Management* xxx: 1 – 7.
- Barkley RA, Neill WH, Gooding RM. 1978. Skipjack tuna, *Katsuwonus pelamis*, habitat based on temperature and oxygen requirements. *Fishery Bulletin* 76:653-662.
- Barkley, R. A., W. H. Neill and R. M. Gooding. 1978. Skipjack Tuna, *Katsuwonus pelamis*, Habitat Based on Temperature and Oxygen Requirements. *Fishery Bulletin* 76: 653-662.
- Battese, G.E. and Coelli, T.J. (1995), "A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Function for Panel Data", *Empirical Economics*, 20, 325-332.
- Bawole R dan Sala. 2014. Kajian Penentuan Nilai Maximum Sustainable Yield (M_{sy}) Kabupaten Teluk Wondama. Pemerintah Daerah Kabupaten Teluk Wondama, Papua Barat.
- Bawole R, Yulianda F, Bengen DG, Fahrudin A. 2011. Keberlanjutan penatakelolaan zona pemanfaatan tradisional dalam kawasan konservasi laut Taman Nasional Teluk Cenderawasih Papua Barat. *JMHT* (2): 71 – 78.
- Bawole R, Yulianda F, Bengen DG, Fahrudin A. 2012. Manajemen kolaboratif zona pemanfaatan tradisional Taman Nasional Teluk Cenderawasih. *Jurnal pesisir dan pulau pulau kecil*, (1): 73 – 86.
- Bawole R. 2012. Analysis and Mapping of Stakeholders in Traditional Use Zone within Marine Protected Area. *JMHT* (2); 110 - 117. DOI: 10.7226/jtfm.18.2.110.
- Bawole R. 2012. Penatakelolaan zona pemanfaatan tradisional dalam kawasan konservasi laut (kasus Taman Nasional Teluk Cenderawasih-Kabupaten Teluk Wondama, Papua Barat). (Disertasi). Bogor. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Berkes F, Mahon R, McConney P, Pollnac R, Pomeroy R. 2008. Mengelola perikanan skala kecil. Dako R, peterjemah. IDRC, Ottawa Kanada.

- Charles AT. 2001. Sustainable Fishery System. London: Blackwell Science, Ltd. Oxford University Press.
- Choat JH, Bellwood DR. 1991. The Ecology of Fishes on Coral Reefs. Reef Fishes: Their history and evolution. Sale PF. Eds. Department of Zoology University of New Hampshire Durham. Hlm 39-47.
- Coelli T. J., Rao, D.S.P., and Battese, G.E. 1997. An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis. Kluwer Academic Publishers. London.
- Coelli TJ. 1996. A Guide to FRONTIER Version 4.1: A Computer Program for Sochastic Frontier Production Function and Cost Function Estimation. Armidle: CEPA Working Paper 96/97, Department of Econometrics, The University of New England, Armidale.
- Dartnall AJ, Jones M. 1986. A Manual of Survey Methods for Living Resources in Coastal Area. ASEAN-Australia Cooperative Program in Marine Science. Australian Institute of Marine Science. 168 p.
- DiCiccio, T. J. and B. Efron. 1996. Bootstrap Confidence Intervals. Statistical Science 11(3): 89-212.
- Didaratkan di PPN Pekalongan. Semarang: Universitas Diponegoro.
- English S, Wilkinson C, Baker V. Survey Manual for Tropical Marine Resources. Second edition. Australian Institute of Marine Science. Townsville. 1997.
- FAO. 1995. Code of Conduct for Responsible Fisheries. Rome, FAO.
- Francis MP. 1993. Checklist of the coastal fishes of Lord Howe, Norfolk and Kermadec Islands, Soutwest Pacific Ocean. Pacific Science 47 : 118 – 135.
- Gavaris, S. 1980. Use of Multiplicative Model to Estimate Catch rate and Effort from Commercial Data. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science 37: 2272-2275.
- Gayanilo FC, Sparre P, Pauly D. 2006. FAO-ICLARM Stock Assessment Tools II (FISAT II). Revised Version. Rome: Food and Agricultural Organization of the United Nations.
- Genisa AS. 1999. Pengenalan Jenis - Jenis Ikan Laut Ekonomi Penting Di Indonesia. Oseana XXIV(1):17 - 38.
- Graham JB, Dickson KA. 2001. Anatomical and Physiological Specialization for Endothermy. In: Block BA, Stevens ED (Eds). Tuna: Physiology Ecology, and Evolution. New York: Academic Press.

- Gulland JA. 1977. Fish population dynamics. London ; New York: Wiley.
- Haddon, M. 2001. Modeling and Quantitative Methods in Fisheries. New York, Chapman & Hall/CRC.
- Henocque Y. 2003. Development of process indicators for coastal zone management assessment in France. *Ocean & Coastal Management* 46:363 - 379.
- Hilborn, R. and C. J. Walter. 1992. Quantitative Fishery Stock Assessment: Choice, Dynamics and Uncertainty. NY, Chapman and Hall.
- Hukom FD. 2001. Kelimpahan dan Keanekaragaman Jenis Ikan Karang (Famili Serranidae) di Perairan Kep. Derawan Kalimantan Timur. *Prosiding Seminar Nasional Keanekaragaman Hayati Ikan*, 1: 46 – 55.
- Jamnia A R, S M Mazlounzadeh, and A A Keikha. 2015. Estimate The Technical Efficiency Of Fishing Vessels Operating In Chabhar Region, Southern Iran. *Journal of The Saudi Society Of Agricultural Sciences*. Vol 14 page 26-32.
- Kailola PJ. 1987. The fishes of Papua New Guinea : a revised and annotated checklist. Vol. I Myxindae to Synbranchidae. Departement of fisheries and marine resources , *Research Bulletin* 41 : 1 – 194.
- Kuiter RH, Debelius H. 2006. World Atlas of Marine Fishes. IKAN - Unterwasserarchiv.
- Kuiter RH. 1992. Tropical reef fishes of western pacific Indonesia and Adjascent Waters. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. 314 hal.
- Kuiter, R. H. and H. Debelius. 2006. World Atlas of Marine Fishes, IKAN - Unterwasserarchiv.
- Kulbicki M, Williams JT. 1997. Checklist of the shorefishes of Ouvea Atoll, New Caledonia. *Atoll Research Bulletin* No 444: 1 - 27.
- Kulbicki M. 1996. First observation on the fish communities of fringing reefs in the region of Maumere (Flores – Indonesia). *Atoll research Bulletin* No. 437 : 1 - 21.
- LeBorgne RA, Kulbicki M, Randall JE, Rivaton J. 1994. Checklist of the fishes of the Chesterfield Island (Coral Sea). *Micronesia* 27.
- Lehodey P, Andre JM, Bertignac M, Hampton J, Stoens A, Menkes C, Memery L, Grima N. 1998. Predicting skipjack tuna forage distributions in the equatorial Pacific using a coupled dynamical bio-geochemical model. *Fisheries Oceanography* 7(3-4):317-325.

- Magnuson JJ. 1978. Locomotion by scombrid fishes: hydrodynamics, morphology, and behavior. In: Hoar WS, Randall DJ (Eds). *Fish Physiol.* New York: Academic Press. p 240-313.
- Marsaoli MK. 2001. Model pemanfaatan sumberdaya perikanan karang berkelanjutan di Kawasan Pulau-pulau kecil (Studi kasus lencam, *Lethrinus lentjam*, system tradisional di Kepulauan Guraici, Kabupaten Maluku Utara. [Disertasi] Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- McDonald, A. D., J. S. Parslow and A. J. Davidson. 2001. Interpretation of a modified linear model of catch-per-unit-effort data in a spatially-dynamic fishery. *Environmental Modelling and Software* 16(2): 167-181.
- McElroy JK, Uktolseja JCB. 1992. Skipjack pole-and-line operations in east Indonesia : A comparative analysis of catch performance. *Marine Policy* 16(6):451-462.
- Misra R. 1978. *Ecological Work Book.* Oxford and IBM. Publ. Co. New Delhi.
- Monintja RD. 1993. Study on the development of rumpon as fish aggregation device in Indonesia. *Bulletin ITK, Maritek* 3(2):137 p.
- Munroe, T. A., T. Wongratana and M. S. Nizinski. 1999. CLUPEIDAE. Herrings (also, sardines, shads, sprats, pilchards, and menhadens). *The Living Marine Resources Of The Western Central Pacific. Volume 3 Batoid fishes, chimaeras and Bony fishes part 1 (Elopidae to Linophryniidae).* K. E. Carpenter and V. H. Niem. Rome, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 3.
- Olsson P, Folke C, Hahn T. 2004. Socioecological transformation for ecosystem management: the development of adaptive co-management of a wetland landscape in southern Sweden. *Ecol. Soc.*9: 2 - 10.
- Pauly, D. 1984. *Fish Population Dynamics in Tropical Waters: A Manual for Use with Programmable Calculators.* Manila: ICLARM. 325 h
- Prager MH. 2011. *User's manual for ASPIC: A Stock-Production Model Incorporating Covariates (ver. 5) and Auxiliary Programs.* National Marine Fisheries Service Beaufort Laboratory Document BL-2004-01.
- Prihartini A. 2006. Analisis Tampilan Biologis Ikan Layang (*Decapterus Spp*) Hasil Tangkapan Purse Seine yang
- Punt, A. E. and R. Hilborn. 1996. *Biomass Dynamic Model. User's Manual.* FAO Computerized Information Series (Fisheries). Rome, FAO. No. 10: 62p.

- Putra E dan Tarumun S. 2012. Analisis Faktor-Faktor Produksi Pada Studi Kasus Operasi Pangan Riau Makmur di Kabupaten Kampar. *Indonesia Journal Agricultural Economics* 3 (2) : 117-134
- Rachman S, Purwanti P, dan Primystanto M. 2013. Analisis Faktor Produksi dan Kelayakan Usaha Alat Tangkap Payang di Gili Ketapang Kabupaten Probolinggo Jawa Timur. *Jurnal ECSOFim* 1 (1) : 69-81
- Rivaton J, Fourmanior P, Bouret P, Kulbicki M. 1989. Catalogue des poissons de Nouvelle Calédonie et Dépendances. *Orstrom Noumea catalogue* 2: 1 – 170.
- Robson, D. S. 1966. Estimation of the Relative Fishing Power of Individual Ships. *ICNAF Research Bulletin* 3: 5 - 14.
- Rumere V, Bawole R, Hutauruk RW. 2012. Model Dinamik Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang Dan Dampaknya Bagi Peningkatan Pendapatan Masyarakat (Studi Kasus Di Taman Nasional Laut Teluk Cenderawasih, Papua). Manokwari: Universitas Negeri Papua.
- Russel, B.B. 1983. Checklist of fishes. Great Barrier Reef Marine Park. Capricornia section. Great Barrier reef marine park authority special publications series 1: 1 – 184.
- Sala R. 2009. Composition of Skipjack Tuna (*Katsuwonus pelamis* L) Taken by Commercial Fishery from the Northeastern Waters of Indonesia dalam Indonesian. *Indonesian Journal of Marine Sciences* 14(4).
- Schaefer, M. B. 1954. Some Aspects of the Dynamics of Populations Important to the management of the Commercial Fisheries. *Bulletin of Inter-American Tropical Tuna Commission* 1(2): 26-56.
- Shipman B, Stojanovic T. 2007. Facts, fictions, and failures of integrated coastal zone management in Europe. *Coastal Management* 35:375–398.
- Stanley, R. D. 1992. Bootstrap Calculation of Catch-Per-Unit-Effort Variance from Trawl Logbooks: Do Fisheries Generate Enough Observation for Stock Assessment? *North American Journal of Fisheries Management* 12: 19-27.
- Tallis H, Levin PS, Ruckelshaus M, Lester SE, McLeod KL, Fluharty DL, Halpern BS. 2010. The many faces of ecosystem-based management: Making the process work today in real places. *Marine Policy* 34; 340–348.
- Tanabe T. 2001. Feeding habits of skipjack tuna *Katsuwonus pelamis* and other tuna *Thunnus* spp. juveniles in the tropical western Pacific. *Fisheries Science Tokyo* 67(4):563-570.

- Tanabe, T. 2001. Feeding habits of skipjack tuna *Katsuwonus pelamis* and other tuna *Thunnus* spp. juveniles in the tropical western Pacific. *Fisheries Science Tokyo* 67(4): 563-570.
- TNC (The Nature Conservation), WWF (World Wildlife Fund), Unipa (Universitas Papua), CII (Conservation International Indonesia), BBTNTC (Balai Besar Taman Nasional Teluk Cenderawasih). 2006. Marine rapid assessment in the Papuan Bird's Head Seascape. TNC, WWF, Unipa, CII, BBTNTC. Sorong.
- Uktolseja JCB. 1993. Status perikanan ikan pelagis kecil dan kemungkinan pemanfaatannya sebagai ikan umpan hidup untuk perikanan rawai tuna di Prigi, Jawa Timur (Small pelagic fish status and its development possibility as live bait for long line fisheries in Prigi, East Java). *Jurnal Penelitian Perikanan Laut* 80:18-45.
- Widodo J. 1989. Sistematika, Biologi, dan Perikanan Tenggiri (*Scomberomorus*, *Scombridae*) Di Indonesia. *Oseana* XIV(4).
- Wild A, Hampton J. 1994. A Review of the Biology and Fisheries for Skipjack Tuna, *Katsuwonus pelamis* in the Pacific Ocean. In: Shomura RS, Majkowski J, Langi S, editors. *Interactions of Pacific Tuna Fisheries: Paper in Biology and Fishery Proceeding of First FAO Expert Consultation on Interaction of Pacific Tuna Fisheries, 3-11 December 1991, Noumea, New Caledonia*. FAO Fisheries Technical Paper. Rome. p 1-51.
- Williams, E. H. and M. H. Prager. 2002. Comparison of equilibrium and nonequilibrium estimators for the generalized production model. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 59: 1533-1552
- Wongratana, T., T. A. Munroe and M. S. Nizinski. 1999. Order CLUPEIFORMES, ENGRAULIDAE. Anchovies. *The Living Marine Resources Of The Western Central Pacific. Volume 3 Batoid fishes, chimaeras and Bony fishes part 1 (Elopidae to Linophrynidae)*. K. E. Carpenter and V. H. Niem. Rome, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS
- Yuen HSH. 1963. Schooling behavior within aggregations composed of yellowfin and skipjack tuna. *FAO Fisheries Report* 6(3):1419-1429.
- Zug GR, Springer VG, Williams JT, Johnsons GD. 1989. The vertebrates of Rotuma and surrounding. *Atoll Research Bulletin*. No. 316 : 1.



**BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN DAERAH
PROVINSI PAPUA BARAT**

Gedung Kantor Gubernur Sayap 1 Lt. 2 dan 3
Jl. Brig. Jen. Mar. (Purn) Abraham O. Atururi Arfai Manokwari
Papua Barat 98312

ISBN 978-623-93246-9-8



9 786239 324698



<http://balitbangda.papuabaratprov.go.id>



@balitbangdaPap



Balitbangda Papua Barat



balitbangda_papua_barat