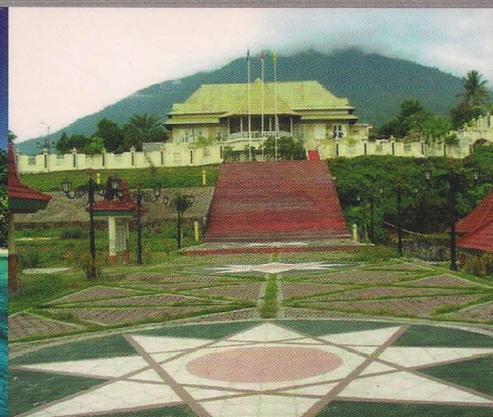




PROSIDING

SEMINAR NASIONAL & SIDANG PLENO ISEI XVII

PEMBAHARUAN INSTITUSI EKONOMI
DAN MUTU MODAL MANUSIA



Ternate, 3 – 5 September 2014

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL & SIDANG PLENO ISEI XVII

PEMBAHARUAN INSTITUSI EKONOMI DAN MUTU MODAL MANUSIA

Ternate, 3 – 5 September 2014

Editors:

Sri Adiningsih
Mangara Tambunan
Ahmad Erani Yustika
Pos M. Hutabarat
Anton H. Gunawan
Denni P. Purbasari

Hermanto Siregar
Bustanul Arifin
Aviliani
Edy Suandi Hamid
Lincoln Arsyad
Nimmi Zulbainarni

Ina Primiana
Yohannes Kadarusman
Rimawan Pradiptyo
Firman S. Parningotan

Penyusun:

Y. Sri Susilo
Rokhedi P. Santoso
Firman S. Parningotan
Efrilia Sukmagraha
Rian N. Sandi

Dipublikasi oleh:
Pengurus Pusat – Ikatan Sarjana Ekonomi Indonesia

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL & SIDANG PLENO ISEI XVII

PEMBAHARUAN INSTITUSI EKONOMI DAN MUTU MODAL MANUSIA

Ternate, 3 – 5 September 2014

Editor

Ito Firmansyah
Yohannes Kabalarasan
Firmansyah Pardiyo
Firman S. Paminggan

Hermanto Siregar
Bastari Amin
Ariani
Edy Suardi Hamid
Liondo Azyad
Mimi Sulpaneni

Sh. Abdipati
Mangsa Temonan
Ariani Sari Yulia
Pas M. Harboto
Anton H. Gunawan
Leon H. Purawan

Penyunting

Y. Bi Suallo
Rokhid R. Saroso
Firman S. Paminggan
Erlis Sukmonegoro
Ron M. Sudi

Ikatan Sarjana Ekonomi Indonesia, Sidang Pleno (ke-17 : 2014 : Ternate)

Prosiding Seminar Nasional dan Sidang Pleno XVII
Pembaharuan Institusi Ekonomi
dan Mutu Modal Manusia

Editor, Hermanto Siregar...[et al.].

Jakarta : Pengurus Pusat Ikatan Sarjana Ekonomi Indonesia (2014)
xxxvi & 276 hlm; 21 X 29,7cm

ISBN 978-602-14722-1-7

Cetakan kedua, Desember 2014

Penerbit : Pengurus Pusat Ikatan Sarjana Ekonomi Indonesia

Jl. Daksa IV / 9, Kebayoran Baru Jakarta Selatan 12110

Telp. : +62 21 720 8130 / 722 2463, Fax. : +62 21 720 1812

Email : isei.pusat@gmail.com

Hak Cipta PP - ISEI, 2013

KATA PENGANTAR

Pemilihan anggota legislatif dan presiden serta wakil presiden yang akan menentukan Indonesia dalam lima tahun ke depan sudah terlaksana dengan lancar dan aman. Pemimpin baru Indonesia sudah terpilih. Sudah saatnya seluruh rakyat Indonesia termasuk anggota ISEI merapatkan kembali barisan untuk bersiap-siap ikut berpartisipasi secara aktif dalam pembangunan ekonomi Indonesia untuk lima tahun ke depan. Apalagi tantangan baik dari dalam negeri, regional maupun global sudah menghadang di depan mata. Masyarakat Ekonomi ASEAN, kompleksitas perjanjian perdagangan baik bilateral maupun multilateral, dan berbagai isu domestik lainnya seperti bonus demografi, *Middle Income Trap* sudah menanti untuk segera mendapatkan respon dan tindakan dari pemerintah baru nanti.

Pemilihan tema “Pembaharuan Institusi Ekonomi dan Mutu Modal Manusia” pada Seminar Nasional dan Sidang Pleno ISEI ke XVII di Ternate ini dipilih bukan tanpa alasan. Hasil *Call for Paper* dan *Small Research* yang diselenggarakan oleh PP ISEI yang melibatkan para mahasiswa, dosen, praktisi dan anggota ISEI daerah menegaskan urgensi untuk meningkatkan kualitas institusi ekonomi terutama lembaga, birokrasi dan kebijakan pemerintah yang akan menentukan *rule of the game* bagi bekerjanya sistem ekonomi secara efisien dan efektif di Indonesia. Selain itu pembangunan modal manusia baik dari sisi kuantitas ataupun kualitas melalui pendidikan dan kesehatan adalah sentral dalam perekonomian. Pembangunan institusi ekonomi dan manusia di Indonesia saat ini membutuhkan sebuah akselerasi bukan sekedar *business as usual* karena Indonesia sudah tertinggal di ASEAN dan *emerging countries* lainnya. Tanpa adanya akselerasi, jangan mengharapkan kondisi ekonomi Indonesia akan lebih baik dalam lima tahun atau bahkan satu dekade mendatang, karena institusi ekonomi dan mutu modal manusia penting dalam pembangunan ekonomi Indonesia.

Tema-tema penting yang diambil dalam Sidang Pleno kali ini sangat relevan bagi pembangunan Indonesia kedepan. Dari enam sub tema yang telah dipilih oleh PP ISEI untuk dianalisis dan didiskusikan lebih lanjut dalam serangkaian kegiatan yang diagendakan dalam Seminar Nasional dan Sidang Pleno selama 3 hari ini diharapkan dapat memunculkan sebuah rekomendasi konkret dan implementatif yang dapat berkontribusi positif terhadap akselerasi pembaharuan institusi ekonomi dan perbaikan mutu modal manusia Indonesia. Dengan demikian PP ISEI diharapkan bisa memberikan kontribusi yang positif dan senantiasa optimis bagi terwujudnya Indonesia yang lebih baik tanpa mengesampingkan pemikiran yang kritis dan konstruktif.

Ketua Tim Editor

Prof. Dr. Sri Adiningsih

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vi - vii
SAMBUTAN KETUA ISEI TERNATE Dr. H. Burhan Abdurrahman, MM	viii
SAMBUTAN KETUA PANITIA PELAKSANA PUSAT Prof. Dr. Edy Suandi Hamid	ix - x
SAMBUTAN KETUA UMUM PP-ISEI Dr. Darmin Nasution.....	xi - xiii
PIDATO PENUTUPAN KETUA HARIAN PP-ISEI Dr. Muliaman D. Hadad.....	xiv - xv
SAMBUTAN SULTAN TERNATE Drs. H. Mudaffar Sjah, MSi	xvi - xvii
SAMBUTAN GUBERNUR MALUKU UTARA Abdul Gani Kasuba.....	xviii - xix
KEYNOTE SPEECH GUBERNUR BANK INDONESIA Agus D. W. Martowardoyo	xx - xxxi
KEYNOTE SPEECH WAKIL MENTERI KEUANGAN Prof. Dr. Bambang Brodjonegoro	xxxii - xxxv
KONEKTIVITAS INFRASTRUKTUR DI INDONESIA DARI CETAK BIRU HINGGA IMPLEMENTASI Dr. Agus Edy Susilo	1 - 17
INSTITUSI, BIAYA TRANSAKSI, DAN KINERJA EKONOMI: SEBUAH TINJAUAN TEORITIS Prof. Lincoln Arsyad, Ph.D.	18 - 29
KESIAPAN JASA PERGURUAN TINGGI INDONESIA MENGHADAPI ASEAN ECONOMIC COMMUNITY Prof. Dr. Edy Suandi Hamid.....	30 - 44
ROAD MAP MENUJU INDONESIA SEBAGAI NEGARA MARITIM YANG MAJU, MAKMUR, KUAT, DAN BERDAULAT Prof. Dr. Rokhmin Dahuri	45 - 52
POTENSI DAN PENGEMBANGAN SUB-SEKTOR KELAUTAN DAN PERIKANAN INDONESIA Yugi Prayanto	53 - 61
PEMBANGUNAN EKONOMI NASIONAL: MANUSIA SEBAGAI MODAL UTAMA PEMBANGUNAN Prof. Dr. Suahasil Nazara	62 - 68
PEMBANGUNAN GENERASI MUDA: MASA DEPAN KBE DAN EKONOMI KREATIF Prof. Dr. Bustanul Arifin	69 - 73
LIBERALIZATION AND TRADE SPECIALIZATION: CASE STUDY OF INDONESIA'S MANUFACTURING INDUSTRY 1990-2010 Endah Ayu Ningsih	74 - 86
KESIAPAN PELAKU EKONOMI DAN DAYA SAING INDONESIA MENGHADAPI MASYARAKAT EKONOMI ASEAN 2015 Tanti Novianti & Dian V. Panjaitan	87 - 97
ANALISIS KEUNGGULAN KOMPARATIF INDONESIA DALAM PERDAGANGAN INTERNASIONAL ASEAN Grisvia Agustin	98 - 107
PENGEMBANGAN SEKTOR BERBASIS KEPULAUAN DAN PARIWISATA BERBASIS LINGKUNGAN DI PROVINSI MALUKU UTARA Chairullah Amin & Rahman D. Mustafa	108 - 128

TUNA FOR LIFE: SEBUAH KAJIAN STRATEGIS EKONOMI KELAUTAN MALUKU UTARA Muhadjir K. Marasaoly	129 - 137
MIDDLE INCOME TRAP DI INDONESIA: FAKTOR PENENTU DAN STRATEGI MENGHINDARINYA Erica Novianti Lukas & Yohanes Berenika Kadarusman.....	138 - 148
TOTAL FACTOR PRODUCTIVITY (TFP) SEBAGAI KEKUATAN PERTUMBUHAN EKONOMI Dwi Rahmayani & FX. Sugiyanto.....	149 - 159
ANALISIS EKSISTENSI PERANGKAP PENDIDIKAN DI INDONESIA Een Novritha Walewangko & David P.E. Saerang	160 - 176
STRATEGI PENGEMBANGAN LEMBAGA KEUANGAN NON BANK PADA MASYARAKAT DENGAN KULTUR BUDAYA YANG KUAT. STUDI KASUS: BALI, INDONESIA Agni Alam Awirya & Uswatun Hasanah	177 - 189
INDIKATOR DAN KARAKTERISTIK PEMBANGUNAN DESA SEBAGAI BASIS IMPLEMENTASI ATAS UNDANG-UNDANG DESA Mulyanto.....	190 - 204
PRODUKTIFKAH HUMAN CAPITAL INVESTMENT OLEH PEMERINTAH DAERAH?: FAKTA DESENTRALISASI FISKAL DI INDONESIA Bambang Suprayitno, Tejo Nurseto & Supriyanto	205 - 218
MANAJEMEN SUMBER DAYA LAUT DENGAN MENERAPKAN KAWASAN KONSERVASI LAUT (KKL) DAN MENGADOPSI TRADISI ADAT "SASI" DI INDONESIA TIMUR Umi Muawanah, Farhed A. Shah & Robert S. Pomeroy	219 - 229
ANALISIS BIOEKONOMI MULTISPESIES UNTUK KEBERLANJUTAN PERIKANAN TUNA DI INDONESIA (KASUS PELABUHAN RATU, IOTC AREA) Nimmi Zulbainarni.....	230 - 245
GINI COEFFICIENTS OF EDUCATION IN INDONESIA: FINDING FROM 2010 POPULATION CENSUS Devanto S. Pratomo.....	246 - 254
PENGARUH BELANJA PEMERINTAH DAERAH UNTUK KESEJAHTERAAN RAKYAT TERHADAP PENURUNAN KEMISKINAN DI INDONESIA: ANALISIS EKONOMETRIKA PANEL DATA TINGKAT PROVINSI Heni Hasanah & Hermanto Siregar	255 - 264
INTERAKSI STRATEGIS BELANJA PEMERINTAH DAERAH DAN YARDSTICK COMPETITION DI PROVINSI JAWA TENGAH Sandy Juli Maulana & Akhmad Syakir Kurnia	265 - 273
PERUMUSAN HASIL DAN REKOMENDASI	274 - 276

ANALISIS BIOEKONOMI MULTISPESIES UNTUKKEBERLANJUTAN PERIKANAN TUNA DI INDONESIA (Kasus Palabuhanratu, IOTC Area)

By :

Dr. Nimmi Zulbainarni

*Staf Pengajar Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan*

Institut Pertanian Bogor

nimmiz_reims@yahoo.com; nim@psp-ipb.org

Abstrak

Indonesia adalah negara produsen perikanan tangkap kedua terbesar di dunia setelah China (FAO, 2012). Potensi lestari ikan laut Indonesia adalah 8,1% dari potensi ikan laut dunia (FAO, 2008). Kekayaan sumberdaya perikanan tangkap Indonesia sangat beragam dan besar. Sumberdaya perikanan tuna merupakan salah satu sumberdaya ikan yang memiliki nilai ekonomi tinggi di Indonesia. Ikan Tuna/Cakalang-Tuna/Skipjack merupakan komoditas kedua paling besar setelah udang dengan nilai ekspor pada tahun 2012 sebesar 481.742 juta US\$. Palabuhharatu Sukabumi adalah salah satu wilayah penangkapan ikan Tuna di Indonesia yang termasuk pada wilayah Indian Ocean Tuna Commission (IOTC). Terdapat 3 (tiga) jenis ikan tuna yang ditangkap di wilayah penangkapan ini yaitu ikan tuna big eye, albacore dan yellow fin. Agar keberlanjutan atau konservasi perikanan tuna ini dapat terjaga dengan baik maka dalam pengelolaannya digunakan pengukuran model bioekonomi multispecies. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengusahaan aktual perikanan Tuna di Palabuhan ratu masih berada dibawah produksi lestari. Ketergantungan antar spesies tuna bersifat kompetisi karena perikanan tuna memiliki jenis makanan yang sama yang masuk dalam thropic level 5 yaitu sebagai carnivora dan pemakan chepalapoda. Hasil ini diperoleh dari hasil bioekonomi modelling dan dibuktikan oleh hasil laboratorium. Jumlah rawai tuna yang conservative minded agar tercapai keberlanjutan atau konservasi tuna adalah 128 trip (*Maximum Economic Yield*=MEY) pada lampu hijau, 181 trip (*Maximum Sustainable Yield*=MSY) pada lampu kuning dan 256 trip (*Open Access*=OA) pada lampu merah..

Kata Kunci : Bioekonomi multispecies, keberlanjutan/konservasi, perikanan Tuna, Indonesia, IOTC

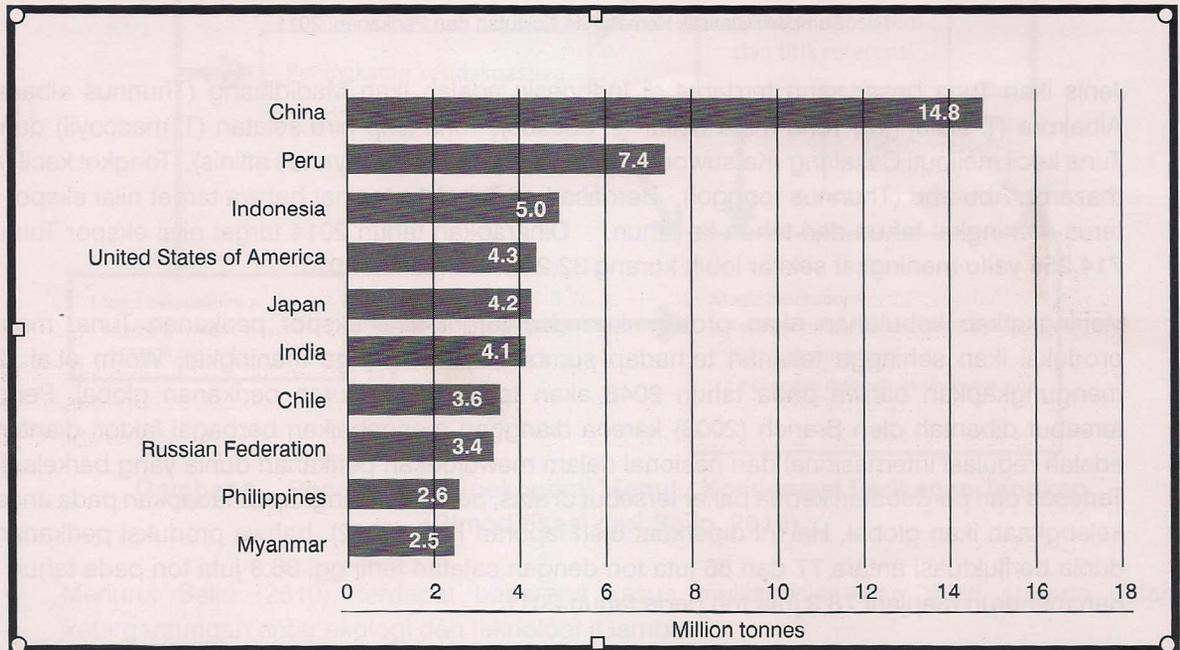
Abstract

Indonesia is the second largest producer of fisheries in the world after China (FAO, 2012). While Indonesia's marine fish sustainable potential is only 8.1% of the world's marine fishes potential (FAO, 2008), however its fisheries resources remains diverse and large. One fishery resource with high economic value in Indonesia is tuna. Tuna/Skipjack-Tuna/Skipjack is the nation's second largest commodity after the shrimp, with export value U.S.\$ 481,742 million in 2012. Palabuhharatu, Sukabumi in West Java Province, is one of the tuna fishing grounds in Indonesia, part of the Indian Ocean Tuna Commission (IOTC) area. There are three (3) types of tuna caught in this area: big eye, albacore and yellow fin. In order to maintain sustainability or conservation of the tuna fishery: a multispecies bioeconomic measurement model is used. The results indicated that actual exploitation of tuna in Palabuhanratu is under sustainable production. Inter-dependency between different tuna species is competition- due to similar food resources, thus, placed tuna at the trophic level 5 as carnivores and chepalapoda eaters. Results obtained from bioeconomic modeling, were proven further in the laboratory. The optimum number of long-line tuna using conservative mind-set in order to achieve sustainability or conservation should be equal or less than 128 trips (*identical to Maximum Economic Yield* = MEY) on the green light, or 181 trips (*Maximum Sustainable Yield* = MSY) on the yellow light, and 256 trips (*Open Access* = OA) on the red light.

Keywords: multispecies bioeconomy, sustainability/conservation, tuna fisheries, Indonesia, IOTC

1. Pendahuluan

Indonesia adalah sepuluh besar negara produsen perikanan tangkap dunia, urutan kedua setelah China (FAO, 2012). Pada tahun 2010, Indonesia masih merupakan produsen terbesar ketiga setelah Peru. (Gambar 1). Hal ini menunjukkan bahwa sumberdaya perikanan tangkap di Indonesia sangat besar. Besarnya potensi tersebut seharusnya mampu menjamin dan menghindari Indonesia dari ketergantungan kepada pihak lain sehingga kedaulatan pangan dapat dicapai.



Sumber : FAO, 2010

Gambar 1. 10 Negara Produsen Terbesar Perikanan Tangkap Dunia

Selain itu, potensi lestari ikan laut Indonesia adalah 8,1% dari potensi ikan laut dunia (FAO, 2008). Kekayaan sumberdaya perikanan tangkap Indonesia sangat beragam dan besar. Jumlah penduduk Indonesia lebih kurang 240 juta orang (terbesar keempat di dunia) merupakan potensi pasar domestik yang sangat besar pula. Selain itu, posisi geoekonomi Indonesia paling strategis di dunia, 45% total goods & commodities traded globally dg nilai US\$ 1500 triliun per tahun ditransportasikan lewat Alur Laut Kepulauan Indonesia (UNCTAD, 2009). Pada Tahun 2010, konsumsi ikan rakyat Indonesia mencapai rata-rata 29 kg perkapita (KKP, 2011) yang menyumbang 65% dari total asupan protein hewani rakyat Indonesia (Puslitbang Gizi, 2011). Di Indonesia, Pemenuhan konsumsi ikan masih dipasok dari produksi perikanan tangkap. Akan tetapi terdapat permasalahan dalam pembangunan perikanan tangkap berkelanjutan karena banyak stok ikan di berbagai wilayah perairan laut Indonesia telah fully exploited atau overfishing.

Sumberdaya perikanan tuna merupakan salah satu sumberdaya ikan yang memiliki nilai ekonomi tinggi di Indonesia. Ikan Tuna/Cakalang-Tuna/Skipjack merupakan komoditas kedua paling besar setelah udang dengan nilai ekspor pada tahun 2012 sebesar 481.742 juta US\$. Secara rinci target ekspor hasil perikanan berdasarkan komoditas utama tahun 2010-2014 disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Target Ekspor Hasil Perikanan Indonesia Berdasarkan Komoditas Utama Tahun 2010-2014

No	Komoditi	Nilai Ekspor (US\$ Juta)			
		2011	2012	2013	2014
1	Udang-Shrimp	1.233.373	1.327.954	1.812.891	2.042.576
2	Tuna/Cakalang-Tuna/Skipjack	454.997	481.742	540.135	714.256
3	Sarden Kaleng	34.094	44.944	46.332	62.787
4	Ikan Dasar (Kakap Merah, Putih, Layur, dll)	676.051	818.744	827.788	1.029.043

5	Kerapu	196.705	239.235	242.124	302.428
6	Kepiting	252.516	262.001	333.424	318.289
7	Tilapia	17.765	21.607	21.868	27.314
8	Bandeng	3.583	4.358	4.411	5.509
9	Rumput Laut	124.981	125.465	125.951	126.097
10	Lainnya	205.937	300.842	303.398	372.190
	TOTAL	3.200.000	3.600.000	4.200.000	5.000.000

Sumber : Statistik Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2011

Jenis ikan Tuna besar yang terdapat di Indonesia adalah Ikan Madidihang (*Thunnus albacares*), Albakora (*T. alalunga*), Tuna mata besar (*T. obesus*), Tuna sirip biru selatan (*T. maccoyii*) dan ikan Tuna kecil meliputi Cakalang (*Katsuwonus pelamis*), Tongkol (*Euthynnus affinis*), Tongkol kecil (*Auxis thazard*), Abu-abu (*Thunnus tonggol*). Berdasarkan Tabel 1. terlihat bahwa target nilai ekspor Tuna terus meningkat tahun dari tahun ke tahun. Diharapkan tahun 2014 target nilai ekspor Tuna US\$ 714.256 yaitu meningkat sekitar lebih kurang 32,24 % dari tahun 2013.

Meningkatkan kebutuhan akan protein ikan dan target nilai ekspor perikanan Tuna, menuntut produksi ikan sehingga tekanan terhadap sumberdaya ikan juga meningkat. Worm et.al (2006) mengungkapkan bahwa pada tahun 2048 akan terjadi kehancuran perikanan global. Pendapat tersebut dibantah oleh Branch (2008) karena dianggap mengabaikan berbagai faktor, diantaranya adalah regulasi internasional dan nasional dalam mewujudkan perikanan dunia yang berkelanjutan. Terlepas dari perdebatan kedua pakar tersebut di atas, perikanan tangkap dihadapkan pada ancaman kelangkaan ikan global. Hal ini diperkuat oleh laporan FAO (2012), bahwa produksi perikanan laut dunia berfluktuasi antara 77 dan 86 juta ton dengan catatan tertinggi 86,8 juta ton pada tahun 2000 dan menurun menjadi 78,9 juta ton pada tahun 2011.

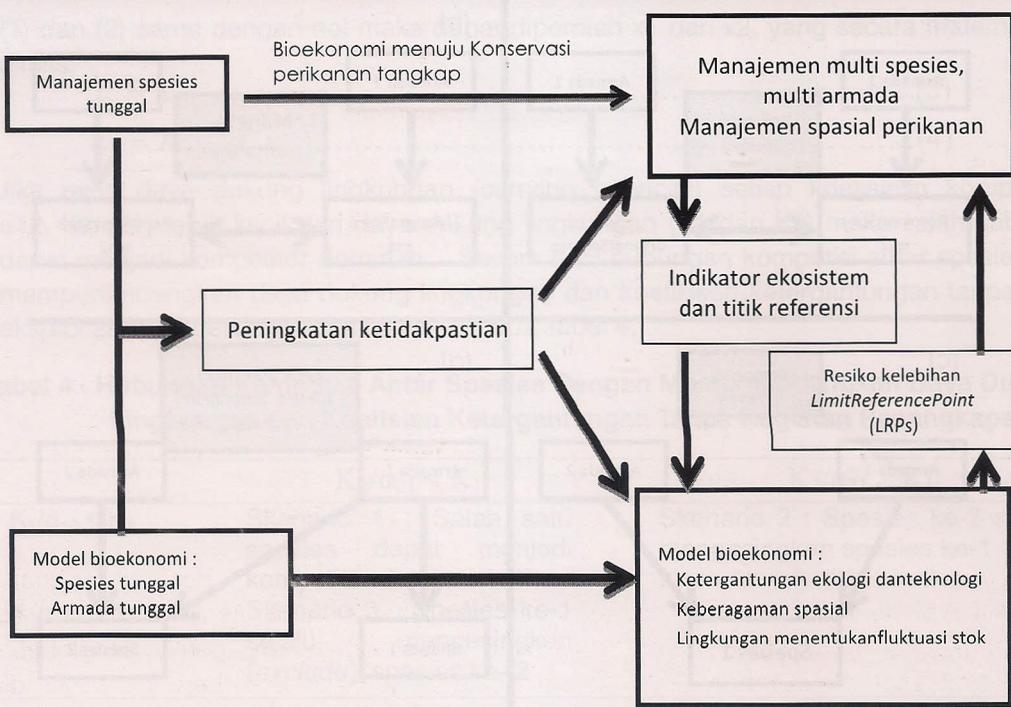
Peningkatan nilai ekspor yang cukup tinggi karena nilai ekonomis Ikan Tuna yang tinggi dan potensinya yang sangat besar di Perairan Indonesia. Besarnya nilai ekspor ini disatu sisi akan meningkatkan eksploitasi terhadap perikanan tuna di Indonesia dapat mengganggu keseimbangan ekosistem tuna dan tekanan terhadap sumberdaya secara biologi. Apabila hal ini dilakukan terus menerus terjadi maka tentu saja akan mengganggu keberlanjutan perikanan tuna sehingga kegiatan ekonomi yang dilakukan tidak dapat berkelanjutan. Disisi ekonomi, sumberdaya perikanan Tuna adalah sumberdaya ekonomi dan menjadi kian penting jika ikan Tuna merupakan primadona penghasil ekspor dan diletakkan dalam konteks ketahanan pangan dunia. Akan tetapi pada sisi lain jika konservasi terhadap perikanan ini tidak diperhatikan maka dikhawatirkan pemanfaatan sumberdaya perikanan ini tidak berkesinambungan dan berkelanjutan.

Pelabuhan ratu Sukabumi adalah salah satu wilayah penangkapan ikan Tuna di Indonesia yang termasuk pada wilayah *Indian Ocean Tuna Commission* (IOTC). Terdapat 3 (tiga) jenis ikan tuna yang ditangkap di wilayah penangkapan ini yaitu ikan tuna big eye, albacore dan yellow fin. Agar keberlanjutan atau konservasi perikanan tuna ini dapat terjaga dengan baik maka dalam pengelolaannya digunakan pengukuran model bioekonomi multispecies.

2. Material dan Methods

2.1. Model Bioekonomi Multispecies

Dalam transisi dari spesies tunggal ke multi spesies, maka penilaian harus memonitor(i) perubahan dalam kelimpahan mangsa dan predator melalui survei yang tepat(ii) perubahan dalam faktor lingkunganyang penting bagi sejarah hidup spesies dalam suatu ekosistem, dan(iii) perubahan dalam dinamika nelayan dan armada ketika menargetkan predator, memangsa, dan spesies yang berkompetisi. Secara garfik disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pendekatan Bioekonomi Menuju Konservasi Perikanan Tangkap (Dimodifikasi dari Seijo, 2010)

Menurut Seijo (2010), terdapat beberapa kasus multispesies dan multi armada dalam ketergantungan antar ekologi dan teknologi (Gambar 2).

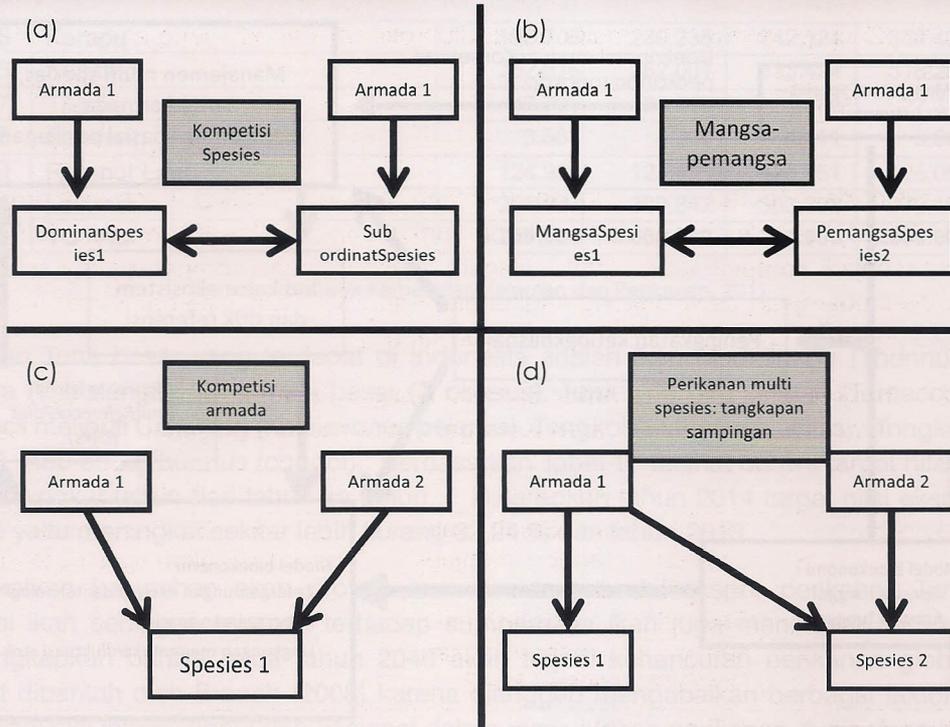
Model bioekonomi multi spesies yaitu memodelkan kedinamisan sebuah populasi dengan menggunakan sebuah persamaan turunan atau selisih secara tidak langsung menunjukkan sebuah pengabaian dari hubungan-hubungan interelasi-interelasi ekologis. Pengabaian ini dapat dibenarkan dalam beberapa kasus, khususnya apabila hanya ada satu spesies dalam sebuah Ekosistem yang akan menjadi subjek pengeksploitasi. Dengan selalu meningkatnya permintaan atas sumber-sumber daya yang dapat diperbaharui, bagaimana pun, model-model spesies tunggal menjadi semakin tidak memenuhi permintaan (Clark, 1990). Paling tidak terdapat dua tipe efek penangkapan terhadap Ekosistem :

- Mortalitas langsung pada spesies target dan mortalitas tambahan pada biota lainnya; dan
- efek-efek tidak langsung yang berkaitan dengan perubahan-perubahan aliran energi disepanjang Ekosistem. Model-model dari spesies tunggal dapat memberikan petunjuk pada efek yang pertama, sedangkan model-model dari multi spesies akan memberikan petunjuk pada efek yang kedua.

ICES (ICES, 1988, 1989, 1994, 1997).

Model multi spesies diarahkan untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan dalam industri perikanan. Pokok motivasi dari segala model yang muncul dalam bidang perikanan, baik tunggal maupun multi spesies untuk memahami dan memberitahukan para pengambil keputusan akan konsekuensi yang mungkin terjadi dari kegiatan-kegiatan penangkapan.

Ketika kepentingan membawa pendekatan Ekosistem dalam konservasi spesies telah di dokumentasikan dengan baik dalam literatur-literatur ekologi dan biologi konservasi maka pendekatan ekonomi perlu dilakukan. Berangkat dari kerangka bioekonomi yang ada maka perlu pengembangan model multi spesies yang memberikan gambaran beberapa pendekatan ekonomi dan dalam beberapa bagian diilustrasikan tindakan-tindakan insentif dibalik tindakan manusia yang di observasi.



Gambar 2. Empat Kemungkinan Kasus Dalam Multispesies dan Multi Armada Perikanan Tangkap dengan Ketergantungan Ekologi dan Teknologi (Seijo, 2010)

Berdasarkan literatur-literatur yang diperoleh dalam penelitian ini seperti ditemukan pada bab sebelumnya (tinjauan pustaka) terlihat bahwa spesies perikanan tuna memiliki jenis makanan yang samahubungan timbal balik antar spesies diduga saling berkompetisi. Jika terbukti demikian maka pada penelitian ini dilakukan pula analisis model bioekonomi kompetisi. Dalam pengelolaan sumberdaya perikanan dinamis, persamaan yang dapat menjelaskan perubahan dari setiap stok atau biomass yang saling berkompetisi (spesies x_1 dan x_2) dapat diperoleh dengan memodifikasi model logistik menggunakan model Lotka-Volterra's (Lotka, 1925; Volterra, 1926) :

$$\frac{dx_1}{dt} = r_1 x_1 \left(\frac{K_1 - x_{1,t} - \alpha_{12} x_{2,t}}{K_1} \right) \dots\dots\dots(1)$$

$$\frac{dx_2}{dt} = r_2 x_2 \left(\frac{K_2 - x_{2,t} - \alpha_{21} x_{1,t}}{K_2} \right) \dots\dots\dots(2)$$

dimana :

$x_{1,t}$: Kelimpahan spesies ke-1 yang berkompetisi dari waktu ke waktu

$x_{2,t}$: Kelimpahan spesies ke-2 yang berkompetisi dari waktu ke waktu

α_{12} : Koefisien ketergantungan kompetisi untuk spesies ke-1 yang menunjukkan efek dari spesies 2 terhadap spesies 1

α_{21} : Koefisien ketergantungan kompetisi untuk spesies ke-2 yang menunjukkan efek dari spesies 1 terhadap spesies 2

Apabila $\alpha_{12} < 1$, maka efek spesies 2 pada spesies 1 kurang dari efek spesies 1 pada anggotanya sendiri. Sebaliknya, apabila $\alpha_{12} > 1$ maka efek spesies 2 pada spesies 1 lebih besar daripada pengaruh spesies 1 pada anggotanya sendiri. Begitu pula perlakuannya pada spesies ke-2 ditafsirkan dalam cara yang sama.

Dengan model Lotka-Volterra, untuk dua spesies yang saling berkompetisi terdapat empat kasus yang dapat terjadi tergantung kepada daya dukung (carrying capacity) dan koefisien saling ketergantungan. Hal ini dapat dijelaskan dengan menentukan steady state dari persamaan

(1) dan (2) sama dengan nol maka dapat diperoleh x_1 dan x_2 , yang secara matematis dapat ditulis:

$$x_1 = K_1 - \alpha_1 x_2 \dots\dots\dots(3)$$

$$x_2 = K_2 - \alpha_2 x_1 \dots\dots\dots(4)$$

Jika rasio daya dukung lingkungan (carrying capacity) setiap koefisien kompetisi (K_1/α_{12} , K_2/α_{21}) lebih kecil dari daya dukung lingkungan (K_1 dan K_2) maka salah satu spesies dapat menjadi kompetitor dominan. Secara rinci hubungan kompetisi antar spesies dengan mempertimbangkan daya dukung lingkungan dan koefisien ketergantungan tanpa kegiatan eksploitasi atau penangkapan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hubungan Kompetisi Antar Spesies Dengan Mempertimbangkan Daya Dukung Lingkungan dan Koefisien Ketergantungan Tanpa Kegiatan Penangkapan

	$K_2/\alpha_{21} < K_1$	$K_2/\alpha_{21} > K_1$
$K_1/\alpha_{12} < K_2$	Skenario 1 : Salah satu spesies dapat menjadi kompetitor dominan	Skenario 2 : Spesies ke-2 selalu mengasingkan spesies ke-1
$K_1/\alpha_{12} > K_2$	Skenario 3 : Spesies ke-1 selalu mengasingkan (<i>exclude</i>) spesies ke-2	

Sumber : Anderson and Carlos, 2010
 Sumber : Anderson and Carlos, 2010

Berdasarkan Tabel 4, pada penelitian ini akan dilihat bagaimana hubungan kompetisi antar spesies dengan memilih salah satu kondisi sesuai dengan skenario yang ada. Setelah mengidentifikasi ketergantungan ekologi antar spesies saling berkompetisi maka model bioekonomi dapat dikembangkan dengan menggabungkan fungsi biomass pertumbuhan alami dan fungsi penangkapan (harvest) yang sesuai untuk memperhitungkan mortalitas ikan spesies yang bersaing dari waktu ke waktu.

Seperti disajikan pada Tabel 4 dua situasi persaingan yang dapat terjadi adalah koeksistensi kompetisi dan eksklusif kompetisi. Koeksistensi kompetisi terjadi ketika tanpa adanya kematian ikan, dua spesies hidup berdampingan dengan kelimpahan yang saling heterogen dalam ekosistem. Eksklusif kompetisi terjadi ketika tidak ada kematian ikan, spesies yang dominan pada dasarnya hilang dari ekosistem. Untuk situasi koeksistensi kompetisi maka model Lotka-Volterra dapat dikembangkan dengan memasukkan laju penangkapan kompetitor. Fungsi pertumbuhan biomass dari kedua spesies dari waktu ke waktu dapat dinyatakan :

$$\frac{dx_1}{dt} = r_1 x_1 \left(\frac{K_1 - x_1 - \alpha_{12} x_2}{K_1} \right) - q_1 E_1 x_1 \dots\dots\dots(5)$$

$$\frac{dx_2}{dt} = r_2 x_2 \left(\frac{K_2 - x_2 - \alpha_{21} x_1}{K_2} \right) - q_2 E_2 x_2 \dots\dots\dots(7)$$

Keseimbangan populasi untuk spesies ke-1 dan ke-2 dapat diperoleh pada saat $dx_1/dt = 0$ dan $dx_2/dt = 0$, sehingga secara simultan dapat diperoleh biomass spesies ke-1 (x_1) dan spesies ke-2 (x_2):

$$x_1 = \frac{K_1 r_1 r_2 - E_1 K_1 q_1 r_2 - K_2 \alpha_{12} r_1 r_2 + E_2 K_2 \alpha_{12} q_2 r_1}{r_1 r_2 - \alpha_{12} \alpha_{21} r_1 r_2} \dots\dots\dots(8)$$

$$x_2 = \frac{K_2 r_1 r_2 - E_2 K_2 q_2 r_1 - K_1 \alpha_{21} r_1 r_2 + E_1 K_1 \alpha_{21} q_1 r_2}{r_1 r_2 - \alpha_{12} \alpha_{21} r_1 r_2} \dots\dots\dots(9)$$

2.2. Data

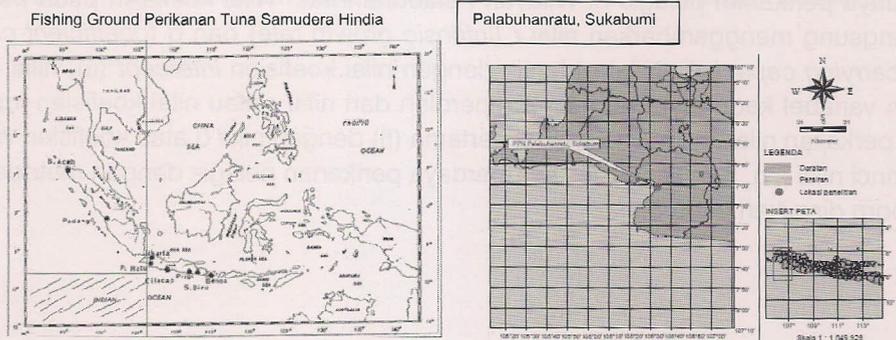
Data yang digunakan dalam paper ini adalah data produksi multispesies perikanan tuna yang ditangkap dengan alat tangkap rawai tuna. Data produksi dan trip bulanan tahun 2003 sampai dengan tahun 2012.

Tabel 1. Data Produksi Multispesies dan Trip (Rawai Tuna) Perikanan Tuna Tahun 2003-2012

Tahun	Bulan	Produksi Tuna (Ton)				Total Produksi	Trip
		Bigeye	Albacore	Yellowfin	Lain-Lain		
2003	1	0,0000	51,2270	0,0000	12,6090	63,8360	27
	2	0,0000	52,0630	0,0000	9,2470	61,3100	19
	3	0,0000	73,1300	0,0000	8,8690	81,9990	20
	4	0,0000	28,9000	0,0000	6,3860	35,2860	11
	5	4,6360	25,4650	11,0250	3,5950	44,7210	16
	6	43,3190	4,7080	23,3780	6,2420	77,6470	20
	7	4,4670	1,9550	7,7900	1,1060	15,3180	9
	8	3,1300	2,0400	3,1950	1,2550	9,6200	4
	9	5,6260	3,0000	8,9050	0,5700	18,1010	8
	10	0,9220	0,5050	28,7700	0,1000	30,2970	14
	11	2,8600	3,8050	11,0550	0,3300	18,0500	7
	12	4,9050	4,4000	16,5630	0,5900	26,4580	9
2004	13	7,8260	2,3550	44,0190	0,6550	54,8550	25
	14	7,4860	0,5880	25,4510	0,1040	33,6290	26
	15	5,6210	0,2300	23,8040	1,5550	31,2100	24
	16	15,4370	12,9760	57,4350	2,1250	87,9730	36
	17	5,6160	6,9520	38,9970	1,0200	52,5850	25
	18	6,7940	14,8560	85,2460	0,6550	107,5510	26
	19	13,4900	4,6350	62,3700	1,5900	82,0850	25
	20	9,5610	2,0390	57,0800	1,6850	70,3650	23
	21	6,7940	2,8250	21,1360	0,6550	31,4100	12
	22	11,2250	2,8250	31,1800	0,2350	45,4650	15
	23	2,9600	0,0000	36,8100	0,0000	39,7700	14
	24	0,1030	1,0300	61,2510	0,3300	62,7140	30
2005	25	18,6990	5,6970	124,1110	2,3980	150,9050	90
	26	13,7960	6,6360	86,2750	0,9740	107,6810	131
	27	38,3100	9,4400	90,8250	0,9750	139,5500	71
	28	6,0100	3,9420	36,4560	0,6590	47,0670	86
	29	17,2900	36,6590	118,4970	1,5900	174,0360	125
	30	15,4950	36,7280	151,6600	7,6190	211,5020	117
	31	7,0000	15,5650	72,6470	2,6800	97,8920	103
	32	26,8900	6,0950	63,1900	1,4190	97,5940	87
	33	11,4400	0,5650	41,9900	3,9550	57,9500	76
	34	3,6800	3,5100	59,8150	3,3930	70,3980	62
	35	7,0450	1,0150	27,8350	2,1600	38,0550	41
	36	102,1340	3,0850	111,0650	8,7230	225,0070	88
2006	37	75,4180	12,2500	104,8840	6,7120	199,2640	36
	38	29,0300	4,4350	64,7700	5,2270	103,4620	29
	39	20,8200	26,6850	57,5510	4,6220	109,6780	22
	40	19,7640	10,8600	28,7700	1,9410	61,3350	17
	41	44,1740	52,1700	71,9950	4,3300	172,6690	24
	42	82,9650	23,9840	70,1700	6,5790	183,6980	176
	43	26,2950	3,7750	22,0770	3,0250	55,1720	87
	44	22,0900	1,9350	16,9750	1,5800	42,5800	81
	45	26,4200	3,7200	19,0050	0,5300	49,6750	65
	46	7,5600	0,7400	4,8750	0,6140	13,7890	27
	47	23,3090	0,1890	17,6490	0,6500	41,7970	45
	48	169,4520	3,0530	31,1510	4,8590	208,5150	231
2007	49	339,0500	7,0050	67,2580	37,6000	450,9130	365
	50	195,9490	1,5990	37,1710	6,2590	240,9780	224
	51	124,7460	0,0000	28,5860	18,0830	171,4150	160
	52	71,1750	0,0000	14,4760	13,1700	98,8210	99
	53	13,8000	0,2000	9,7030	2,9370	26,6400	50
	54	32,1590	1,2300	52,4310	0,9680	86,7880	56
	55	51,6070	2,3440	42,9530	13,7340	110,6380	96
	56	51,9590	1,1100	76,8340	50,4640	180,3670	137
	57	29,8540	0,2900	27,0140	1,2500	58,4080	63
	58	33,6840	0,3920	32,5010	0,0000	66,5770	59
	59	63,8670	0,1020	54,1100	0,1570	118,2360	123
	60	213,7600	44,9860	111,3430	11,8790	381,9680	179
2008	61	214,7780	3,2840	102,0510	2,8330	322,9460	242
	62	120,6630	0,2680	52,2670	0,1800	173,3780	102
	63	63,7220	0,2750	26,0660	14,2170	104,2800	92
	64	66,1700	0,0000	26,2300	3,1400	95,5400	81
	65	39,5340	0,3290	19,1530	0,5080	59,5240	43

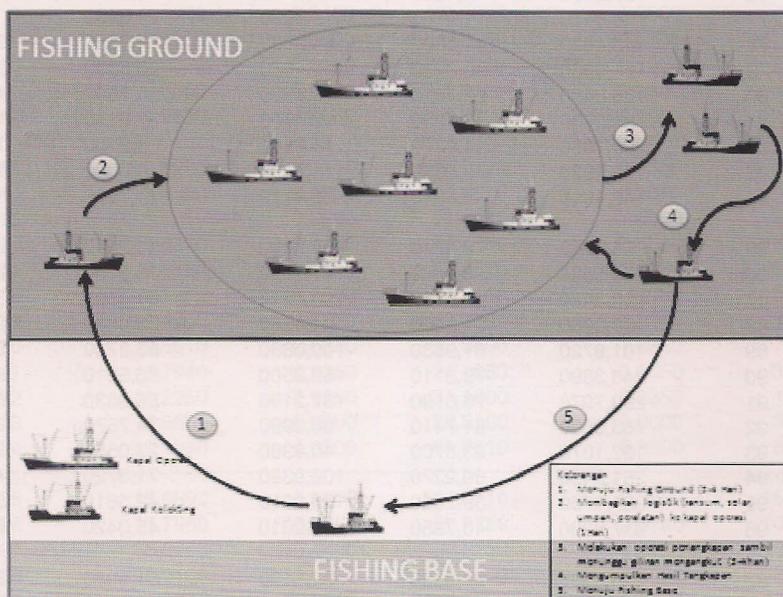
66	144,7930	8,1290	82,6650	42,7820	278,3690	114	
67	75,7910	3,2470	31,4030	11,4520	121,8930	57	
68	44,4760	0,2300	14,0250	5,2280	63,9590	29	
69	61,9130	0,0570	14,9730	9,4060	86,3490	55	
70	130,0250	0,0000	31,5130	10,5520	172,0900	69	
71	101,4830	1,1000	11,7900	13,3790	127,7520	56	
72	302,9070	6,5360	37,4860	13,8980	360,8270	139	
<hr/>							
2009	73	101,4920	0,0000	17,8930	0,8790	120,2640	62
	74	102,1610	0,2220	12,0310	2,2450	116,6590	57
	75	48,0800	0,0000	5,9700	0,6100	54,6600	40
	76	37,0990	5,1530	6,4120	12,2510	60,9150	37
	77	48,9470	1,9760	7,3290	14,8950	73,1470	33
	78	148,4620	41,5800	24,9880	54,2320	269,2620	79
	79	161,6830	20,0220	30,4680	20,8300	233,0030	92
	80	108,8480	26,1810	18,7320	26,7560	180,5170	67
	81	84,2730	3,7220	12,4700	7,0140	107,4790	57
	82	96,7080	4,9300	15,8500	8,2760	125,7640	41
	83	103,2920	0,0000	14,5590	0,0000	117,8510	50
	84	142,1910	3,6540	26,4710	14,7920	187,1080	79
<hr/>							
2010	85	201,4260	8,8240	28,2990	24,2340	262,7830	109
	86	136,5370	8,6360	41,7940	16,3200	203,2870	92
	87	189,3420	29,6980	103,6510	51,4290	374,1200	124
	88	108,0060	21,5300	94,4560	33,0840	257,0760	94
	89	101,8720	61,9530	100,0830	63,3730	327,2810	57
	90	243,3890	79,8110	152,8560	56,5510	532,6070	112
	91	299,7970	76,0190	167,2190	56,9830	600,0180	93
	92	163,0800	61,7410	86,3990	74,7570	385,9770	67
	93	122,1070	23,8700	40,8980	23,0550	209,9300	103
	94	251,5450	60,2270	106,9350	71,3720	490,0790	85
	95	331,4750	39,2860	126,2210	42,5610	539,5430	38
	96	317,2290	40,7350	106,2010	45,0420	509,2070	103
<hr/>							
2011	97	216,3530	37,6530	52,1100	51,5980	357,7140	35
	98	91,9280	5,2590	25,2990	28,3660	150,8520	27
	99	130,3510	16,2550	47,9730	42,2440	236,8230	25
	100	127,8360	84,4930	56,4560	45,3460	314,1310	31
	101	240,2410	130,0050	49,5110	80,5290	500,2860	35
	102	168,7030	107,3210	39,8660	40,7700	356,6600	26
	103	126,2930	58,8860	53,9360	44,5310	283,6460	26
	104	34,4490	13,8000	16,7800	24,4400	89,4690	29
	105	42,6720	7,9690	18,3550	21,9260	90,9220	54
	106	80,2490	6,8720	33,4040	13,5570	134,0820	30
	107	181,1970	11,2120	96,1750	23,5530	312,1370	37
	108	286,9930	13,3000	187,9970	30,3470	518,6370	43
<hr/>							
2012	109	258,2040	25,6900	125,2070	36,4650	445,5660	41
	110	214,3680	50,9440	65,2650	43,9870	374,5640	32
	111	154,5800	17,4810	34,5790	25,3540	231,9940	36
	112	110,2320	12,5460	30,8540	20,3070	173,9390	40
	113	189,6400	14,6390	71,9790	22,1410	298,3990	39
	114	324,4550	49,6380	167,8010	44,2560	586,1500	43
	115	187,1910	53,0130	139,8150	29,3450	409,3640	45
	116	44,3260	86,3890	79,7840	20,7940	231,2930	32
	117	75,1400	38,3220	81,5750	14,6370	209,6740	24
	118	181,7770	32,5090	134,1570	31,0560	379,4990	33
	119	188,3920	61,5150	145,9210	18,9260	414,7540	49
	120	182,3480	23,4430	189,5880	27,4540	422,8330	41

Sumber : Data Sekunder (Pelabuhan Perikanan Palabuhanratu) Diolah, 2013



3. Hasil dan Pembahasan

Indonesia menjadi salah satu anggota *Indian Ocean Tuna Commission* (IOTC) berdasarkan peraturan presiden nomor 9 tahun 2007 yang merupakan member ke 27 sejak 20 juni 2007. Wilayah penangkapan nelayan rawai tuna palabuhan ratu adalah disekitar Samudera Hindia yang merupakan wilayah IOTC. Fishing ground tuna di perairan Samudera Hindia terletak di posisi 80- 150 LS dan 90 0 – 105 0 BT. Kapal kolekting menuju fishing ground pada posisi 100-120 LS dan 1000-1010 BT dengan lama perjalanan kurang lebih 4 hari (Kapal ukuran 27 GT). Tahapan kegiatan penangkapan kapal rawai tuna di Palabuhanratu disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Tahapan kegiatan Penangkapan Kapal Rawai Tuna di Palabuhanratu pada wilayah IOTC

Terdapat 3 jenis tuna yang dominan tertangkap dengan rawai tuna di Perairan Palabuhanratu. Ketiga jenis tuna tersebut berturut-turut adalah Tuna mata besar (*Bigeye Tuna*), Tuna Albacore dan Tuna Sirip Kuning (*Yellow Fin Tuna*). Hal ini menunjukkan bahwa alat tangkap rawai tuna menangkap beberapa spesies ikan yang dalam kajian ini akan dibahas hanya 3 spesies yang telah disebutkan sebelumnya. Oleh karena itu hari melaut rawai tuna untuk menangkap ikan-ikan per spesies tersebut dibuat proporsional sesuai dengan proporsi produksinya yang tertangkap. Hanya data hasil tangkapan dan upaya penangkapan atau *effort* tahun 2003-2012 bulanan yang tersedia maka pada penelitian ini digunakan model surplus produksi Walters dan Hilborn dan model ini pula yang dapat menjelaskan karakteristik sumberdaya dan wilayah yang diteliti. Model surplus produksi ini digunakan untuk mengestimasi nilai-nilai parameter biologi dari multispesies sumberdaya perikanan tuna di Pelabuhanratu meliputi spesies Tuna Mata Besar (*Bigeye Tuna*), Tuna Albacore dan Tuna Sirip Kuning (*Yellow Fin Tuna*) yang ditangkap dengan rawai Tuna.

Estimasi parameter biologi dengan metode estimasi dinamis atau dengan metode regresi relatif atau model surplus produksi Walters dan Hilborn dan derivasi parameter biologinya disajikan pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2 dapat langsung dilakukan derivasi parameter biologi multispesies sumberdaya perikanan pelagis di Wilayah Pelabuhanratu. Nilai koefisien pada persamaan Tabel 2 dapat langsung menggambarkan nilai r (*intrinsic growth rate*) dan q (*coefficient catchability*), serta nilai K (*carrying capacity*). Nilai r identik dengan nilai koefisien *intercept* (α), nilai q identik dengan koefisien variabel kedua (γ) dan nilai K diperoleh dari nilai r atau nilai koefisien *intercept* (α) dibagi dengan perkalian nilai koefisien variabel pertama (β) dengan nilai q atau koefisien variabel kedua (γ). Secara rinci nilai r , q , K multispesies sumberdaya perikanan pelagis dengan metode dinamis Walters dan Hilborn disajikan pada 3.

Tabel 2. Tahapan Analisis Parameter Biologi Dengan Menggunakan Model Surplus Produksi Walters dan Hilborn

No.	Spesies	Koefisien		
		A	β	γ
1.	Mata Besar	0,3513 (3,5334)**	-0,04407 (- 2,75335)**	-0,0011579 (0,8595)
2.	Albacore	0,4498 (3,60556)**	-0,0514796 (- 2,79207)**	-0,010539 (- 0,85345)
3.	Sirip Kuning	0,13969 (0,302786)	-0,2370 (- 3,57728)**	-0,0089157 (- 0,7941)

Sumber : Statistik Perikanan Tangkap Pelabuhanratu bulanan Tahun 2003-2012 (diolah).
Keterangan : (Angka didalam kurung menunjukkan nilai t-statistik); **signifikan pada tingkat 5%

Tabel 3. Nilai Parameter Biologi Multispesies Sumberdaya Perikanan Tuna dengan Menggunakan Model Surplus Produksi Walters dan Hilborn

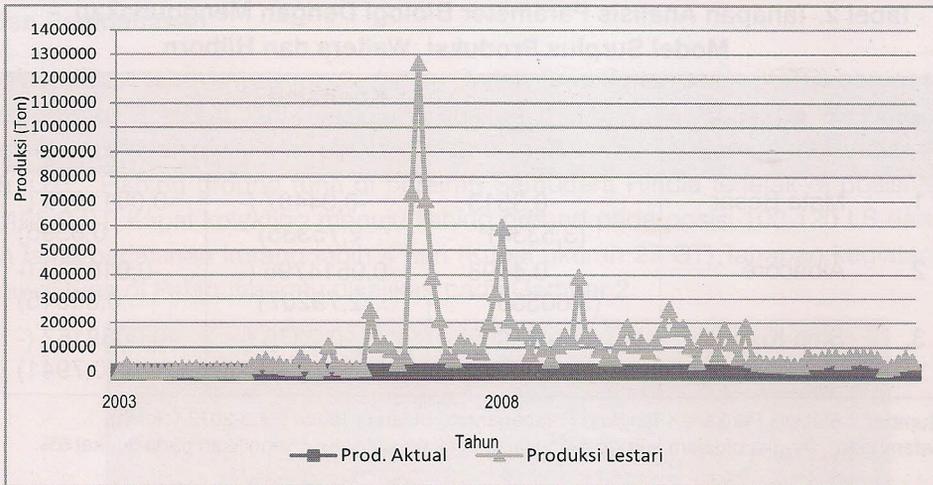
No.	Spesies	R	q	K (Ton)
1.	Mata Besar	0,351 3	0,001 2	6.884,01 00
2.	Albacore	0,4498	0,0105	829,0650
3.	Sirip Kuning	0,139 7	0,0089	66,104 9

Sumber : Statistik Perikanan Tangkap Pelabuhanratu bulanan Tahun 2003-2012 (diolah).

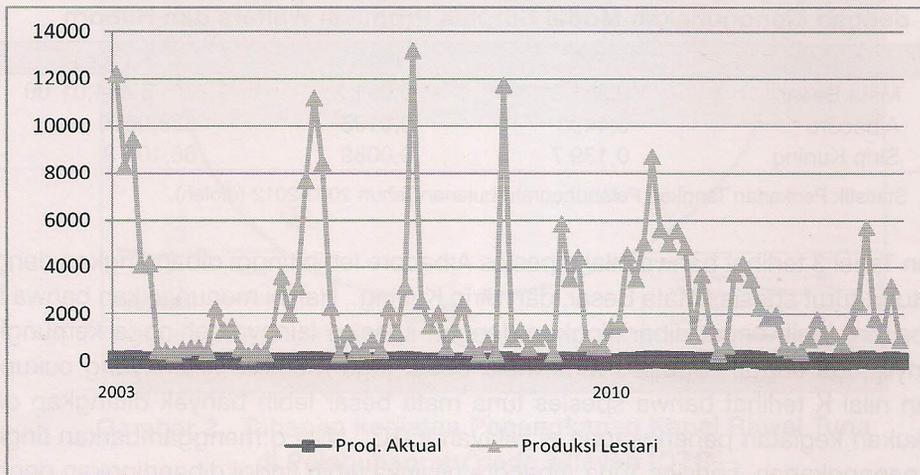
Berdasarkan Tabel 3 terlihat bahwa nilai r spesies Albacore lebih tinggi dibandingkan dengan spesies lainnya berturut-turut spesies Mata Besar, dan Sirip Kuning. Hal ini menunjukkan bahwa laju tumbuh spesies Albacore lebih cepat dibandingkan dengan spesies lainnya sehingga kemungkinan cepat tertangkapnya juga tinggi. Spesies tuna mata besar juga memiliki nilai r yang cukup tinggi dan berdasarkan nilai K terlihat bahwa spesies tuna mata besar lebih banyak ditangkap oleh nelayan yang melakukan kegiatan penangkapan di wilayah IOTC. Nilai q menggambarkan tingkat efisiensi teknis dari penangkapan, spesies Tuna Albacore nilainya lebih tinggi dibandingkan dengan spesies lainnya berturut-turut spesies Sirip Kuning dan Tuna Mata Besar.

Dari penyelesaian perhitungan parameter biologi dengan model-model diatas, nilai t signifikan dan nilai koefisien determinasi yang kurang baik, akan tetapi karena tingkat ketidakpastian yang tinggi dari pemanfaatan sumberdaya perikanan sehingga hal ini diabaikan. Walters dan Hilborn (1976) mengatakan bahwa hal yang biasa terjadi salah tanda dalam mengestimasi parameter fungsi surplus produksi. Akan tetapi, tidak perlu menyarankan itu adalah kegagalan model. Kenyataan yang paling diakui kegagalan itu adalah kegagalan data. Data saja cukup untuk dapat menjelaskan dinamika stok sehingga dapat saja terjadi salah tanda.

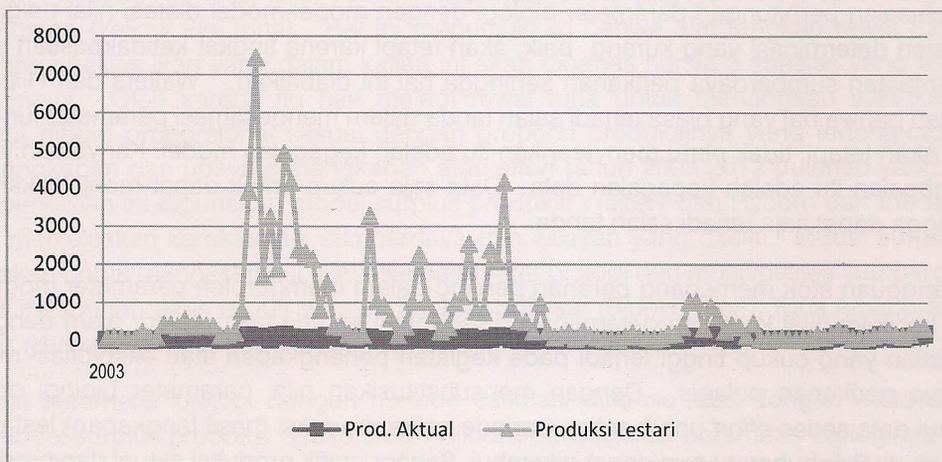
Sejarah gangguan stok memegang peranan penting dalam memperoleh parameter model dinamis. Lagi pula kecilnya nilai koefisien determinasi disebabkan karena faktor-faktor alam dengan tingkat ketidakpastian yang cukup tinggi terjadi pada kegiatan penangkapan atau eksploitasi multispesies sumberdaya perikanan pelagis. Dengan mensubstitusikan nilai parameter biologi dan dengan mengetahui data series *effort* untuk setiap periode maka produksi (hasil tangkapan) lestari Tuna per spesies ikan di Pelabuhanratu pun dapat diketahui. Secara grafik produksi aktual dan produksi lestari multispesies sumberdaya perikanan Tuna di Pelabuhanratu disajikan pada Gambar 3



(a) Tuna Mata Besar



(b) Tuna Albacore

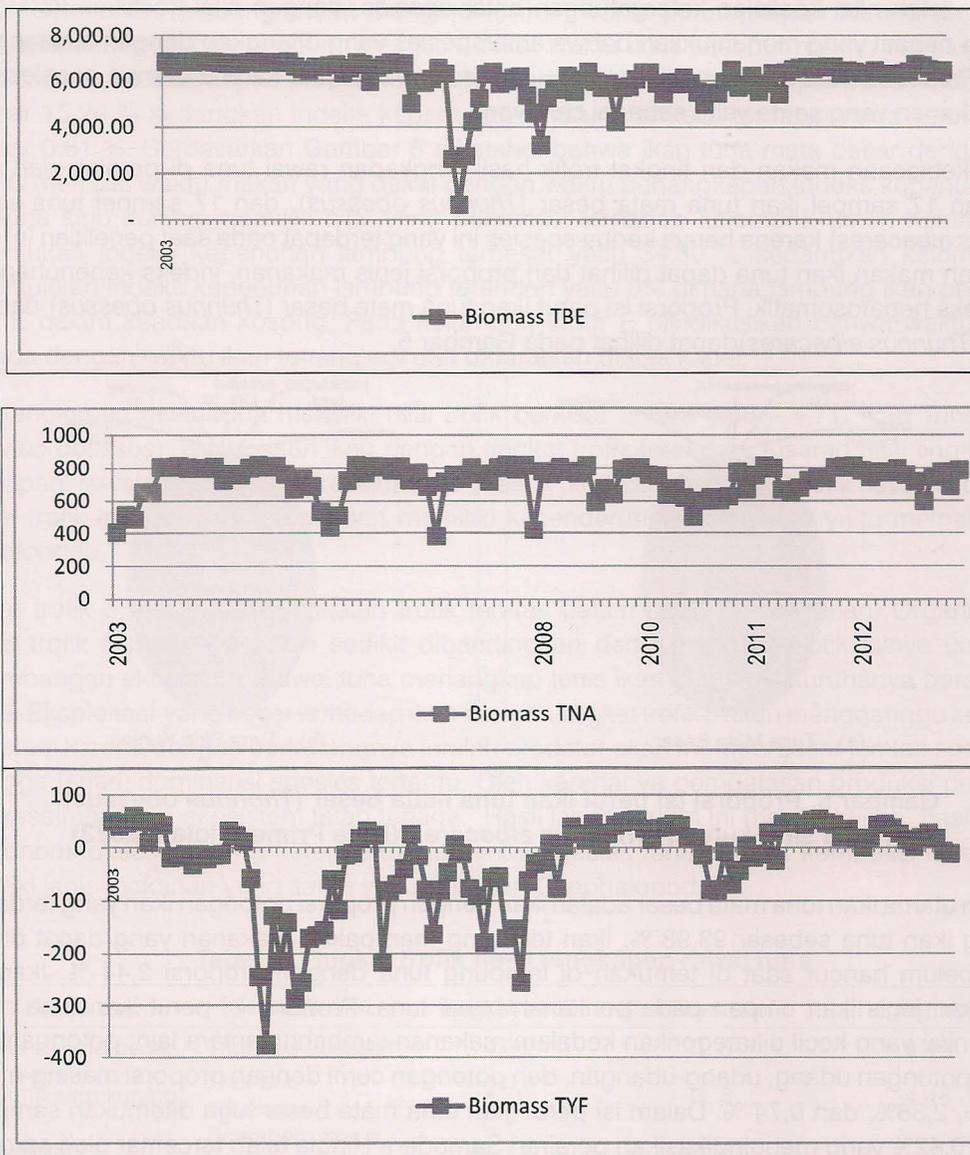


(c) Tuna Sirip Kuning

Gambar 3. Produksi Aktual dan Lestari Multispesies Sumberdaya Perikanan Tuna di Pelabuhanratu Tahun 2003-2012

Berdasarkan Gambar 3 terlihat bahwa umumnya produksi aktual spesies Tuna Mata Besar, Tuna Albacore, dan Tuna Sirip Kuning masih berada dibawah produksi lestari.

Dengan mengetahui parameter biologi juga bisa diestimasi biomass atau stock masing-masing spesies berdasarkan fungsi produksi linier. Estimasi biomass/stock multispesies sumberdaya perikanan pelagis di Perairan Selat Bali dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Estimasi Biomass/Stock Multispesies Sumberdaya Perikanan Tuna (Mata Besar (TBE), Albacore (TNA), Sirip Kuning (TYF)) di Palabuhanratu Tahun 2003-2012

Gambar 4 menunjukkan bahwa biomas Tuna di Perairan Palabuhan ratu berfluktuasi dari tahun ke tahun dengan fluktuasi yang cenderung dengan keragaman yang cukup tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa spesies tuna merupakan ikan yang tingkat migrasinya tinggi. Apabila kegiatan penangkapan hanya berorientasi pada spesies tunggal maka tingkat kepunahan spesies tunggal tersebut akan terjadi lebih cepat, terjadi bila orientasi penangkapan rawai tuna hanya pada penangkapan ikan tuna mata besar. Jika hal ini dibiarkan terjadi terus menerus maka dapat terjadi kelangkaan dari spesies itu sendiri. Dengan mengetahui interaksi antar spesies maka dapat merubah bagaimana pengelolaan stok akibat adanya kegiatan penangkapan. Hasil perhitungan koefisien ketergantungan antar spesies disajikan pada Tabel 4.

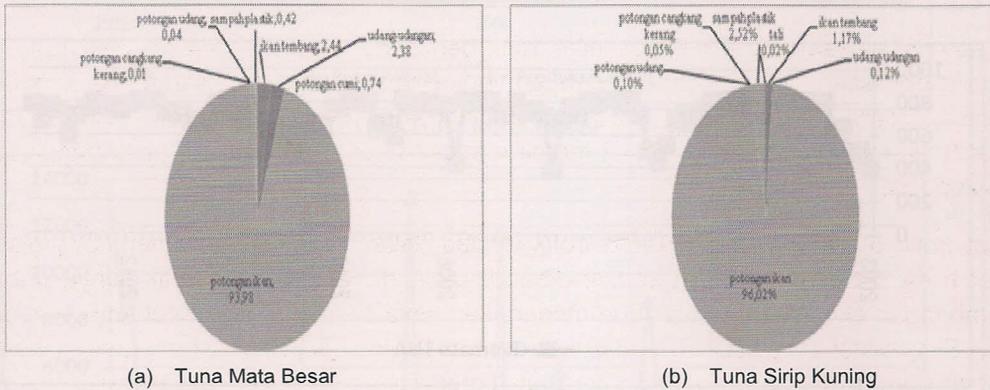
Tabel 4. Koefisien Ketergantungan Antar Spesies Multispesies Sumberdaya Perikanan Tuna di Palabuhanratu

No.	Spesies	Koefisien Ketergantungan
1.	Tuna Mata Besar	-2,07E -06
2.	Albacore	-3,61575E -07
3.	Sirip Kuning	-1,89016E -08

Sumber : Data sekunder (diolah).

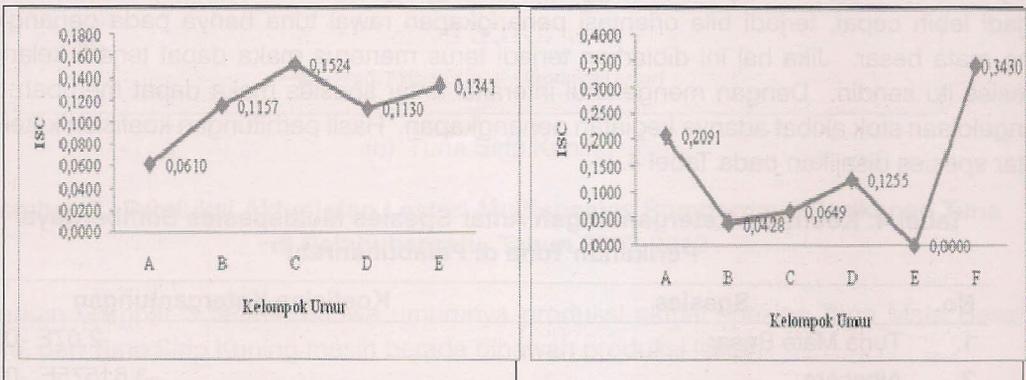
Tabel 4 adalah nilai koefisien ketergantungan antar spesies, dengan nilai koefisien ketergantungan bertanda negatif yang menunjukkan bahwa antarspesies yang ditangkap dengan alat tangkap *rawai tuna* di Palabuhanratu saling berkompetisi. Hal ini dapat terjadi karena semua spesies memakan jenis makanan yang sama yaitu sebagai *carnivora*.

Analisis kebiasaan makan dan tingkat trofik hasil tangkapan *rawai tuna* di peroleh dari analisis isi perut dari 17 sampel ikan tuna mata besar (*Thunnus obessus*), dan 17 sampel tuna sirip kuning (*Thunnus albacares*) karena hanya kedua spesies ini yang terdapat pada saat penelitian ini dilakukan. Kebiasaan makan ikan tuna dapat dilihat dari proporsi jenis makanan, indeks kepenuhan lambung, dan indeks hepatosomatik. Proporsi isi perut ikan tuna mata besar (*Thunnus obessus*) dan tuna sirip kuning (*Thunnus albacares*) dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Proporsi isi perut ikan tuna mata besar (*Thunnus obessus*) dan tuna sirip kuning (*Thunnus albacares*) (Data Primer diolah, 2013)

Makanan utama ikan tuna mata besar adalah ikan dengan proporsi potongan ikan yang terdapat dalam lambung ikan tuna sebesar 93,98 %. Ikan tembang merupakan makanan yang dapat diidentifikasi karena belum hancur saat di temukan di lambung tuna dengan proporsi 2,44 %. Ikan tembang merupakan jenis ikan umpan pada perikanan *rawai tuna*. Proporsi isi perut ikan tuna mata besar dengan nilai yang kecil dikategorikan kedalam makanan tambahan antara lain; potongan cangkang kerang, potongan udang, udang-udangan, dan potongan cumi dengan proporsi masing-masing 0,01 %, 0,04%, 2,38%, dan 0,74 %. Dalam isi perut ikan tuna mata besar juga ditemukan sampah plastik sebesar 0,42% yang mengindikasikan perairan Samudera Hindia telah tercemar oleh sampah. Sama halnya dengan ikan tuna mata besar, makanan utama ikan tuna sirip kuning adalah ikan dengan proporsi potongan ikan yang terdapat dalam lambung ikan tuna sebesar 96,02 %. Proporsi isi perut ikan tuna mata besar dengan nilai yang kecil dikategorikan kedalam makanan tambahan antara lain; potongan udang, potongan cangkang kerang, udang-udangan proporsi masing-masing 0,10 %, 0,05%, dan 0,12 %. Dalam isi perut ikan tuna mata besar juga ditemukan sampah plastik dan tali sebesar 2,52 % dan 0,02 % yang mengindikasikan perairan Samudera Hindia telah tercemar oleh sampah.



Gambar 6. Indeks kepenuhan lambung ikan tuna mata besar (*Thunnus obessus*) dan tuna siri kuning (*Thunnus albacares*) berdasarkan kelompok umur (Data Primer diolah, 2013)

Indeks kepenuhan lambung dapat mengindikasikan waktu penangkapan karena diduga semakin besar indeks kepenuhan lambung semakin dekat waktu ikan tersebut makan sebelum tertangkap dan dinaikkan ke atas kapal. Indeks kepenuhan lambung terbesar terdapat pada kelompok umur C sebesar 15,24 % sedangkan indeks kepenuhan lambung terkecil terdapat pada kelompok umur A sebesar 0,61 %. Berdasarkan Gambar 6 diketahui bahwa ikan tuna mata besar dengan kelompok umur C memiliki waktu makan yang dekat dengan waktu penangkapan. Indeks kepenuhan lambung ikan tuna sirip kuning memiliki nilai yang bervariasi terhadap kelompok umur. Kelompok umur F menunjukkan indeks kepenuhan lambung terbesar yaitu 34,30 % sedangkan kelompok umur E menunjukkan indeks kepenuhan lambung terendah yaitu 0% dimana lambung ikan pada kelompok umur E dalam keadaan kosong. Pada kelompok umur E diindikasikan bahwa waktu makan ikan berbeda dengan waktu ikan tertangkap dan didaratkan diatas kapal.

Hasil tangkapan rawai tuna memiliki nilai trofik berkisar antara 4,66 – 4,71. Ikan Tuna mata besar (*Thunnus obessus*) merupakan ikan dengan tingkat trofik terendah. Kisaran nilai tingkat trofik hasil tangkapan rawai tuna secara keseluruhan masuk kedalam kategori trofik level 5 dimana pada tingkat trofik ini ikan hasil tangkapan memiliki kecenderungan carnivora yaitu memakan ikan dan Cephalopoda.

Tingkat trofik 5 merupakan tingkatan trofik teratas dalam piramida makanan. Organisme dengan tingkat trofik 5 berjumlah lebih sedikit dibandingkan dengan tingkat trofik lainnya untuk menjaga keseimbangan ekosistem. Rawai tuna menangkap jenis ikan yang keseluruhannya berada di tingkat trofik 5. Eksploitasi yang besar terhadap ikan dengan tingkat trofik 5 akan mengganggu keseimbangan ekosistem karena dengan berkurangnya jumlah predator akan memperbesar jumlah spesies mangsa sehingga terjadi dominansi spesies tertentu. Oleh karenanya pembatasan produksi perlu dilakukan agar keseimbangan ekosistem tetap terjaga. Hasil laboratorium ini membuktikan hasil perhitungan bioekonomi diatas. Bahwa ketergantungan antar spesies tuna bersifat kompetisi karena ikan tuna memiliki jenis makanan yang sama yaitu ikan dan Chephalopoda.

Tabel 5. Tingkat trofik hasil tangkapan rawai tuna

Nama umum	Nama ilmiah	Tingkat trofik	Klasifikasi trofik*	Tingkat trofik**
Tuna mata besar	<i>Thunnus obessus</i>	4.66	TL 5	4.48
Tuna sirip kuning	<i>Thunnus albacares</i>	4.70	TL 5	4.48
Tenggiri	<i>Scomberomorus commersoni</i>	4.71	TL 5	4.5
Meka	<i>Xiphias gladius</i>	4.70	TL 5	4.46
Cucut anjing	<i>Alopias vulpinus</i>	4.70	TL 5	4.37

Sumber : Data primer diolah, 2013

Model bioekonomi kompetisi dihitung dengan melihat dua kondisi kompetisi yaitu kompetisi antara spesies TBE dengan TNA, dan spesies TBE dengan TYF (Tabel 6 dan 7).

Tabel 6. Hubungan Kompetisi Spesies TBE dengan Spesies TNA di Perairan IOTCC Pelabuhanratu

Parameter	Symbol	Nilai	Satuan
Carrying Capacity - Spesies 1 (TBE)	K_1	884,0059	Ton
Carrying Capacity - Spesies 2 (TNA)	K_2	829,0649	Ton
Intrinsic Growth Rate - Spesies 1	r_1	0,3513	1/tahun
Intrinsic Growth Rate - Spesies 2	r_2	0,4498	1/tahun
Initial Biomass - Spesies 1 (Rata-rata Tahun 2003-2012)	$X_{1.0}$	099,5872	Ton
Initial Biomass - Spesies 2 (Rata-rata Tahun 2003-2012)	$X_{2.0}$	720,0425	Ton
Parameter Kompetisi Ketergantungan -Spesies 1	α_{12}	1,0894	1/Ton
Parameter Kompetisi Ketergantungan -Spesies 2	α_{21}	0,0179	1/Ton

Sumber : Data diolah, 2013

Tabel 7. Hubungan Kompetisi Spesies TBE dengan Spesies TYF di Perairan IOTC Palabuhanratu

Parameter	Symbol	Nilai	Satuan
Carrying Capacity - Spesies 1 (TBE)	K_1	6884,0059	Ton
Carrying Capacity - Spesies 3 (TYF)	K_3	66,1049	Ton
Intrinsic Growth Rate - Spesies 1	r_1	0,3513	1/tahun
Intrinsic Growth Rate - Spesies 3	r_3	0,1397	1/tahun
Initial Biomass - Spesies 1 (Rata-rata Tahun 2003-2012)	$X_{1.0}$	6099,5873	Ton
Initial Biomass - Spesies 3 (Rata-rata Tahun 2003-2012)	$X_{3.0}$	30,7071	Ton
Parameter Kompetisi Ketergantungan -Spesies 1	α_{12}	1,0894	1/Ton
Parameter Kompetisi Ketergantungan -Spesies 3	α_{31}	0,0058	1/Ton

Sumber : Data diolah, 2013

Tabel 6 dan 7 menunjukkan bahwa ketika tanpa adanya kematian ikan, spesies TBE, TNA dan TYF hidup berdampingan dengan kelimpahan yang saling heterogen dalam ekosistem.

Dalam lingkungan alami, bagaimanapun juga populasi-populasi didistribusikan diseluruh ruang dan ruang sangat tidak bersifat homogen. Sebuah populasi yang secara total berada diluar persaingan dengan populasi lain mungkin menemukan beberapa pelarian sebagai tempat untuk bertahan hidup paling tidak dalam jumlah kecil. Kegiatan penangkapan pun seharusnya dibatasi untuk menjamin keberlanjutan (konservasi) melalui tindakan teknis untuk pengelolaan perikanan yang efisien, konsisten, dan terpercaya. Oleh karena itu diperlukan sebuah referensi point yaitu nilai patokan yang membantu pengelola memutuskan bagaimana perikanan dapat dikelola dengan baik didasarkan pada indikator biologi dan ekonomi. Batas referensi point dapat membatasi, yang merupakan tingkat bahwa pengelola (manajer) bertujuan untuk menghindari batas tersebut, atau target, dimana manajer berusaha untuk mencapai dan mempertahankannya atau pemicu (trigger), yang independen dari batas atau target yang dirancang untuk memenuhi tujuan lainnya.

Batas Referensi Point- seperti lampu merah. Ketika kita mendekati itu, kita berhenti. Ini adalah ukuran stock perikanan atau tingkat penangkapan ikan yang tidak ingin manajer untuk mencapai atau melebihinya. Ini biasanya hanya mempertimbangkan keadaan stock secara biologis. Pemicu Referensi Point-seperti lampu kuning. Ketika kita mendekati itu, kita harus memperlambat atau berhati-hati. Ini merupakan ukuran stok perikanan menengah atau tingkat penangkapan bahwa manajer waspada dan dapat memulai tindakan manajemen untuk, misalnya, memperlambat tingkat penangkapan untuk menghindari melebihi batas reference point. Pada intinya, pemicu dapat memberikan "buffer" antara batas dan target titik referensi sasaran. Sementara itu, Target Referensi Point-seperti lampu hijau. Ini adalah ukuran stok perikanan atau tingkat penangkapan yang menjadi tujuan kita. Hal ini mencakup pertimbangan biologi, ekologi, sosial, dan ekonomi. Ini tidak boleh lebih rendah dari Batas Referensi titik dan harus cukup tinggi untuk memastikan manajer memiliki buffer untuk memperhitungkan ketidakpastian. Dalam penelitian ini untuk kasus perikanan Tuna di Palabuhanratu Indonesia, perusahaan pada kondisi open access (OA) diasumsikan sebagai limit reference point, kondisi perusahaan *maximum sustainable yield* (MSY) diasumsikan sebagai trigger reference point dan kondisi perusahaan *maximum economic yield* (MEY) sebagai target reference point.

Dengan menggunakan model bioekonomi menggunakan model surplus produksi Walter dan Hilborn untuk kegiatan penangkapan ikan Tuna beberapa spesies (multi spesies) dengan alat tangkap rawai tuna, dihasilkan perhitungan pada Tabel 8.

Tabel 8. Kondisi Perusahaan Sumberdaya Perikanan Tuna dengan Alat Tangkap Rawai Tuna di Palabuhanratu Wilayah Penangkapan IOTC

Keterangan	Aktual				MSY				MEY				OA			
	TBE	TBA	TYF	Total	TBE	TBA	TYF	Total	TBE	TBA	TYF	Total	TBE	TBA	TYF	Total
Biomass (X)					3.442,00	414,53	33,05		4.155,05	431,91	120,59		1.426,09	34,76	175,07	
Harvest (H)	96,11	13,80	16,56	126,47	604,58	93,23	2,31	700,12	578,63	93,07	(13,88)	657,82	397,20	14,98	(40,31)	371,87
Effort (E)	35,00	4,47	22,00	61	151,69	21,34	7,83	181	120,27	20,45	(12,91)	128	240,54	40,89	(25,83)	256
Rente (π)	670,27	158,94	(294,40)	534,81	6.081,83	1.116,29	(163,92)	7.034,20	6.527,48	1.118,43	103,66	7.749,57	-	-	-	-

Sumber : Data diolah, 2013

Pengusahaan sumberdaya perikanan tuna di Palabuhan ratu pada kondisi aktual masih berada dibawah reference point. Hal ini menunjukkan bahwa kegiatan penangkapan rawai tuna masih dapat terus ditigkatkan sampai dengan pada level conservative minded yaitu 128 trip. Pada kondisi ini akan dicapai tingkat keuntungan maximum dengan tetap menjaga kelestarian sumberdaya perikanan tuna tersebut.

4. Kesimpulan dan Saran

Sumberdaya perikanan tropis seperti Indonesia bersifat gabungan atau multispecies sehingga dalam pengelolaannya tidak bisa hanya berorientasi pada satu aspek saja misalnya aspek biologi. Diperlukan juga orientasi pada aspek ekonomi sehingga ada penelitian ini digunakan pendekatan bioekonomi modeling dalam pengelolaan untuk keberlanjutan atau konservasi perikanan tuna. Peningkatan nilai ekspor yang cukup tinggi karena nilai ekonomis Ikan Tuna yang tinggi dan potensinya yang sangat besar di Perairan Indonesia. Besarnya nilai ekspor ini disatu sisi akan meningkatkan eksploitasi terhadap perikanan tuna di Indonesia dapat mengganggu keseimbangan ekosistem tuna dan tekanan terhadap sumberdaya secara biologi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengusahaan aktual perikanan Tuna di Palabuhan ratu masih berada dibawah produksi lestari. Ketergantungan antar spesies tuna bersifat kompetisi karena perikanan tuna memiliki jenis makanan yang sama yang masuk dalam thropic level 5 yaitu sebagai carnivora dan pemakan chepalapoda. Hasil ini diperoleh dari hasil bioekonomi modelling dan dibuktikan oleh hasil laboratorium.

Eksplorasi yang besar terhadap ikan dengan tingkat trofik 5 akan mengganggu keseimbangan ekosistem karena dengan berkurangnya jumlah predator akan memperbesar jumlah spesies mangsa sehingga terjadi dominansi spesies tertentu. Untuk itu perlu dilakukan pembatasan produksi dengan cara membatasi jumlah alat tangkap yang digunakan. Jumlah rawai tuna yang conservative minded agar tercapai keberlanjutan atau konservasi tuna adalah 128 trip pada lampu hijau (MEY), 181 trip pada lampu kuning (MSY) dan 256 trip pada lampu merah (OA). Oleh karena itu disarankan penambahan armada penangkapan rawai tuna dapat dilakukan sesuai dengan reference pointnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, L. G dan Carlos, S.J. 2010. Bioeconomics of Fisheries Management. Willey Blackwell, Oxford.
- FAO, 2008. The State of World Fisheries and Aquaculture. FAO. Rome.
- FAO, 2010. The State of World Fisheries and Aquaculture. FAO. Rome.
- FAO, 2012. The State of World Fisheries and Aquaculture. FAO. Rome.
- UNCTAD. 2009. Trade and Development Report. United Nations, Newyork and Geneva
- Hollowed, A. B., Ianelli, J., and Livingston, P. 2000. Including Predation Mortality in Stock Assessment : A Case Study For Gulf of Alaska Walleye Pollock. ICES Journal of Marine Science.(kota)
- ICES. 1988. Report of The Multispecies Assesment Working Group, Copenhagen, 1-8 June 1988. ICES CM 1988/Assess:23.
- ICES. 1989. Report of The Multispecies Assesment Working Group, Copenhagen, 7-16 June 1989. ICES CM 1989/Assess:20.
- ICES. 1994. Report of The Multispecies Assesment Working Group, Copenhagen. ICES CM 1994/Assess:9.
- ICES. 1997. Multispecies Consideration in The Development and Provision of Precautionary Advice- Report from The 1997 meeting of The Multispecies Assesment Working Group. Prepared by J. Rice. ICES CM 1997/V:2.
- Statistik Perikanan Palabuhanratu 2003-2013. Kantor Palabuhan Perikanan Nusantara, Palabuhanratu. Sukabumi. Jawa Barat.
- Worm, B., Edward, B.B., Nicola, B., J. Emmett Duffy, Carl, F., Benjamin S.H., Jeremy B. C.J., Heike, K.L., Fiorenza, M., Stephen, R.P., Enric, S.,