

LAPORAN TAHUN TERAKHIR
PENELITIAN UNGGULAN PERGURUAN TINGGI



**PENENTUAN STATUS PEMANFAATAN DAN SKENARIO
PENGELOLAAN IKAN TONGKOL (*Auxis rochei*)
DI PERAIRAN BITUNG, MANADO, DAN BOLAANG-MONGONDOW**

Tahun ke 2 dari rencana 2 tahun

Prof. Dr. Ir. JOHN SOCRATES KEKENUSA, MS

NIDN : 0024085805

Dr. SENDY B. RONDONUWU, M.Si

NIDN : 030056403

MARLINE SOFIANA PAENDONG, S.Si, M.Si

NIDN : 0016037402

UNIVERSITAS SAM RATULANGI

NOVEMBER 2018

**Dibiayai Oleh Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat
Dirjen Penguatan Riset dan Pengembangan Kemenristekdikti
Sesuai dengan Perjanjian Pendanaan Pelaksanaan Program Pengabdian Masyarakat
No: 005/SP2H/PPM/DRPM/2018, tanggal 9 Maret 2018**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : PENENTUAN STATUS PEMANFAATAN DAN SKENARIO PENGELOLAAN IKAN TONGKOL (*Auxis rochei*) DI PERAIRAN BITUNG, MANADO, DAN BOLAANG-MONGONDOW

Peneliti/Pelaksana
Nama Lengkap : Dr. Ir JOHN SOCRATES KEKENUSA, M.S
Perguruan Tinggi : Universitas Sam Ratulangi
NIDN : 0024085805
Jabatan Fungsional : Guru Besar
Program Studi : Matematika
Nomor HP : 081335671395
Alamat surel (e-mail) : johnskekenua@yahoo.com

Anggota (1)
Nama Lengkap : Dr. Dra SENDY B RONDONUWU M.Si
NIDN : 0030056403
Perguruan Tinggi : Universitas Sam Ratulangi


Anggota (2)
Nama Lengkap : MARLINE SOFIANA PAENDONG S.Si, M.Si
NIDN : 0016037402
Perguruan Tinggi : Universitas Sam Ratulangi

Institusi Mitra (jika ada)
Nama Institusi Mitra : -
Alamat : -
Penanggung Jawab : -
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 2 dari rencana 2 tahun
Biaya Tahun Berjalan : Rp 110,000,000
Biaya Keseluruhan : Rp 196,822,000


Mengetahui,
Dekan


(Prof. Dr. Benny Pinontoan, M.sc)
NIP/NIK 196606041995121001

Kota Manado, 12 - 11 - 2018
Ketua,


(Dr. Ir JOHN SOCRATES KEKENUSA, M.S)
NIP/NIK 195808241983031005

Menyetujui,
Ketua LPPM UNSRAT


(Prof. Dr Ir. Charles L. Kaunang, MS)
NIP/NIK 195910181986031002

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR ENGESAHAN.....	ii
RINGKASAN DAN SUMMARY	iii
PRAKATA.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	vii
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....	15
BAB 4. METODE PENELITIAN.....	17
BAB 5. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI.....	21
5.1 Di Perairan Bolaang-Mongondow Utara.....	21
5.2 Di Perairan Bolaang-Mongondow Selatan dan Timur	24
5.3 Luaran yang Dicapai.....	29
BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN.....	30
5.1 Kesimpulan.....	30
5.2 Saran.....	30
DAFTAR PUSTAKA.....	32
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	34

RINGKASAN DAN SUMMARY

(PENENTUAN STATUS PEMANFAATAN DAN SKENARIO PENGELOLAAN IKAN TONGKOL (*Auxis rochei*) DI PERAIRAN BOLAANG-MONGONDOW SULAWESI UTARA)

Ikan tongkol (*Auxis rochei*), tergolong sumberdaya perikanan pelagis penting dan merupakan salah satu komoditi ekspor di Sulawesi Utara. Sumberdaya ikan perlu dikelola dengan baik, karena merupakan sumberdaya hayati yang dapat diperbaharui (*renewable*), namun dapat mengalami tangkap-lebih (*overfishing*), deplesi ataupun kepunahan. Dengan demikian, mengelola suatu sumberdaya ikan dengan cara yang benar dan tepat adalah suatu keharusan.

Dalam pemanfaatan sumberdaya ikan di laut, salah satu permasalahan utama ialah berapa banyak ikan yang dapat ditangkap tanpa mengganggu stok, atau bagaimana panen biomassa ikan dapat dimaksimalkan tanpa mengganggu prospek eksploitasi di masa mendatang. Salah satu cara pendekatan dalam pengelolaan sumberdaya ikan ialah melalui pemodelan.

Tujuan penelitian ialah mendapatkan Model Produksi Surplus terbaik, untuk mengetahui hasil tangkapan maksimum lestari, serta tingkat pemanfaatan dan pengupayaan ikan tongkol. Data yang digunakan untuk penerapan model produksi surplus dikumpul dari data hasil tangkapan ikan tongkol di perairan Sulawesi Utara (Bolaang-Mongondow Raya), bersumber dari Dinas Kelautan dan Perikanan di Dinas Kelautan dan Perikanan di wilayah penelitian, serta Provinsi Sulawesi Utara.

Model Produksi Surplus yang dapat digunakan untuk menelaah hasil tangkapan ikan tongkol di perairan **Bolaang-Mongondow Utara** ialah **model Schaefer**. Di perairan Bolaang-Mongondow Utara :Upaya tangkap optimum per tahun E_{MSY} (482 trip per tahun), dan hasil tangkapan optimum secara biologi C_{MSY} (465,13 ton per tahun). Tingkat pemanfaatan untuk tahun 2017 sebesar **125,99 %**, dengan tingkat pengupayaan **114,10 %**, menunjukkan adanya gejala tangkap-lebih (*overfishing*), dengan tingkat pengupayaan yang kurang efisien.

Model Produksi Surplus yang dapat digunakan untuk menelaah hasil tangkapan ikan tongkol di perairan **Bolaang-Mongondow Selatan dan Bolaang-Mongondow Timur** ialah **model Schaefer**. Upaya tangkap optimum per tahun E_{MSY} (933 trip per tahun), dan hasil tangkapan optimum secara biologi C_{MSY} (869,556 ton per tahun). Tingkat pemanfaatan untuk tahun 2013 sebesar **80,03 %**, dengan tingkat pengupayaan **69,77 %**, menunjukkan tingkat pemanfaatan yang masih dapat ditingkatkan dengan meningkatkan upaya tangkap.

Hasil penelitian ini diharapkan bermanfaat dalam mengembangkan penerapan kriteria statistika dalam memilih model penduga terbaik bagi model produksi surplus. Selain itu, penelitian ini sebagai informasi berharga, terutama bagi para nelayan dan pengusaha perikanan tongkol dalam mengelola usahanya secara lebih efisien dan ekonomis. Penelitian ini juga bermanfaat bagi pemerintah melalui Dinas Kelautan dan Perikanan setempat dalam mencegah atau mengatasi tangkap-lebih (*overfishing*) serta menetapkan perencanaan perikanan tongkol yang efisien dan lestari.

SUMMARY

Bonito (*Auxis rochei*), belongs to important pelagic fishery resources and constitutes one of export commodities. Fish resource needs to be well managed as a renewable resource, but vulnerable to overfishing, depletion or extinction. Thus, managing fish resource in a correct and proper way is a must.

In utilization of fish resource in waters, one of the main problems is how many fishes can be caught without disturbing the stock existence, or how can fish biomass harvest be maximized without disturbing the exploitation prospect in the future. One approach in fish resource management is by modeling.

The purposes of this research is to get the best model for surplus production model, to assess the *Maximum Sustainable Yield* (MSY) and *Maximum Economy Yield* (MEY), as well as bonito utilization and effort level. Data used for surplus production model were collected from bonito landings data provided by Marine and Fisheries Service (Dinas Kelautan dan Perikanan) of : Bolaang-Mongondow Regencies, also North Sulawesi Province.

Surplus Production Model that can be used to assess bonito potential yield in Bitung waters is Schaefer model. In **North Bolaang-Mongondow** waters :the optimum effort per year biologically E_{MSY} (482 trips), and biologically C_{MSY} is (465.13 tons). Utilization level for 2017 was 125.99 %, with effort level of 114.10 %, which indicatean *overfishing*, with not efficient effort.

Surplus Production Model that can be used to assess bonito potential yield in Bitung waters is Schaefer model. In **South and East Bolaang-Mongondow** waters :the optimum effort per year biologically E_{MSY} (933 trips), and biologically C_{MSY} is (869.556 tons). Utilization level for 2013 was 80.03 %, with effort level of 69.77 %, which indicate that exploitation level is not optimal.

These research were expected useful to develop application of statistics criteria in choosing the best model for surplus production model. Also, these research result were expected to be a valuable information, especially for fishermen and bonito fishery businessman in managing their business more efficiently and economically. This research was also useful for the government through local Marine and Fisheries Service in preventing or handling *overfishing* and establishing an efficient and sustainable bonito fisheries planning.

PRAKATA

Penelitian ini termasuk dalam Skim **Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi**(PUPT) tahun 2018, berdasarkan **Surat Tugas** dari Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Sam Ratulangi Nomor : 385/UN12.13/LT/2018, tanggal 27 Februari 2018 untuk melaksanakan penelitian Skim PUPT dengan judul : “**Penentuan Status Pemanfaatan dan Skenario Pengelolaan Ikan Tongkol (Auxis Rochei) di Perairan Bitung, Manado, dan Bolaang-Mongondow**”, disertai dengan **Surat Perintah Perjalanan Dinas** (SPPD). Penelitian ini sebagai **penelitian Tahun Kedua** yang berlokasi di perairan Bolaang-Mongondow Raya.

Pada kesempatan ini disampaikan ucapan terima kasih kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi, melalui Rektor UNSRAT yang telah bersedia membiayai penelitian ini. Ucapan terima kasih juga selayaknya disampaikan kepada Rektor Universitas Sam Ratulangi melalui Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, serta Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, atas bantuannya memperlancar administrasi penelitian. Terima kasih secara khusus disampaikan kepada Pemerintah melalui Dinas Kelautan dan Perikanan di Kabupaten Bolaang-Mongondow Utara, Bolaang-Mongondow Selatan, Bolaang-Mongondow, dan Bolaang-Mongondow Timur, serta Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Sulawesi Utara, atas segala bantuannya memperlancar kegiatan penelitian, khususnya dalam pengumpulan data.

Kiranya, hasil penelitian ini bermanfaat bagi upaya pengelolaan perikanan tongkol yang efisien dan lestari.

Manado, 15 November 2018

Ketua Peneliti

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Peta jalan penelitian tuna kecil (cakalang dan tongkol).....	17
Tabel 5.1.1 Hasil tangkapan, upaya tangkap, dan CPUE ikan tongkol di perairan Bolaang-Mongondow Utara Tahun 2008-2017.....	21
Tabel 5.1.2 Hasil validasi model produksi surplus ikan tongkol di perairan Bolaang-Mongondow Utara.....	22
Tabel 5.2.1 Hasil tangkapan, upaya tangkap, dan CPUE ikan tongkol di perairan Bolaang-Mongondow Selatan dan Timur Tahun 2009-2017.	24
Tabel 5.2.2 Hasil tangkapan, upaya tangkap, upaya tangkap, CPUE, Ln CPUE ikan tongkol di perairan BolSel dan BolTim.....	25
Tabel 5.2.3 Hasil tangkapan, upaya tangkap, CPUE, $\ln(U_{t+1}/U_t)$, $(U_{t+1}+U_t)/2$, $(E_{t+1}+E_t)/2$ ikan tongkoldi perairan BolSel dan BolTim..	25
Tabel 5.2.4 Hasil tangkapan, upaya tangkap, CPUE, dan $(U_{t+1}+U_t) - 1$ ikan tongkoldi perairan BolSel dan BolTim	26
Tabel 5.2.5 Hasil tangkapan, upaya tangkap, CPUE, $\ln(U_{t+1})$, $\ln(U_t)$, dan $(E_t + E_{t+1})$ ikan tongkoldi perairan BolSel dan BolTim.....	27
Tabel 5.2.6 Validasi model produksi surplus ikan tongkol di perairan BolSel dan BolTim.....	28

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 4.1 Kerangka konseptual penelitian.....	18

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Hasil analisis regresi model produksi surplus ikan tongkol di perairan Bolaang-Mongondow Utara.....	34
Lampiran 2 Hasil analisis regresi model produksi surplus ikan tongkol di perairan Bolaang-Mongondow Selatan dan Timur.....	38
Lampiran3 Biodata Peneliti.....	50

Lampiran : Luaran

- Lampiran 4. **Internasional Journal : Determination of the status of utilization and effort of Bonito (*Auxis rochei*) in the Bitung Waters North Sulawesi. International Journal of ChemTech Vol 11 N0.02, pp 340-354 2018.**
- Lampiran 5. **Buku Ajar/Teks . Judul : PEMODELAN MATEMATIKA : *Model Produksi Surplus Data Ikan Tongkol Di Perairan Bitung-Manado-Bolaang-Mongondow Utara, Tahun 2018. ISBN : 978-602-6529-46-6. Penerbit CV Patra MediaGrafindo Bandung (Cover Buku dan Lembar ISBN).***
- Lampiran 6. **HKI : Surat Pencatatan Ciptaan, dengan Judul : “Penentuan Status Pemanfaatan dan Skenario Pengelolaan Ikan Tongkol (*Auxis rochei*) di Perairan Manado – Sulawesi Utara”.**
- Lampiran 7. **Sertifikat Presenter Seminar/Confrence Internasioanl**

BAB 1. PENDAHULUAN

(1). Latar Belakang Permasalahan

Ikan tongkol (*Auxis rochei*) tergolong sumberdaya perikanan pelagis penting dan merupakan salah satu komoditi ekspor nir-migas. Produksi ikan tongkol di Sulawesi Utara pada tahun 2013 mencapai sekitar 30.000 ton, dengan nilai sekitar 100 milyar rupiah (DKP Sulawesi Utara, 2014). Suatu nilai yang cukup besar dan perlu dipertahankan keberadaan dan kelestariannya.

Kegiatan perikanan tongkol di Indonesia, termasuk di Sulawesi Utara masih dipusatkan pada masalah penangkapan, sedangkan perhatian terhadap aspek biologi dan lingkungannya baru berkembang beberapa tahun terakhir ini.

Analisis terhadap tingkat pemanfaatan maupun musim penangkapan tongkol di perairan Sulawesi Utara (termasuk perairan Bitung, Manado, dan Bolaang-Mongondow), belum banyak ditelaah. Penangkapan tongkol di perairan Sulawesi Utara telah berlangsung cukup lama, dengan intensitas yang padat. Data mengenai tingkat pemanfaatan suatu sumberdaya ikan sangat penting, karena akan menentukan apakah pemanfaatan sumberdaya tersebut kurang optimal, optimal, atau berlebihan. Pemanfaatan sumberdaya ikan yang berlebihan akan mengancam kelestariannya.

Tanpa informasi pengkajian stok yang memadai, pengelolaan akan menjadi suatu proses pengambilan keputusan yang tidak ilmiah sehingga tidak memiliki kredibilitas. Akibatnya, sejumlah stok akan berada dalam keadaan kritis karena dieksploitasi secara berlebihan. Sudah saatnya para pengelola perikanan harus meningkatkan kepeduliannya terhadap kualitas data yang digunakan untuk mendasari penetapan kebijakan (Boer, *dkk.*, 2001).

Dalam pemanfaatan sumberdaya ikan di laut termasuk tongkol, salah satu permasalahan utama ialah **seberapa banyak ikan yang dapat ditangkap tanpa mengganggu keberadaan stok**, atau **bagaimana panen biomassa ikan dapat dimaksimalkan tanpa mengganggu prospek eksploitasi di masa mendatang**. Pertanyaan ini merupakan dasar dari semua analisis produksi perikanan. Kegagalan dalam menjawabnya dengan baik, telah menimbulkan kesalahan pengelolaan perikanan di masa lalu dan saat ini.

Universitas Sam Ratulangi sebagai universitas terkemuka di Sulawesi Utara, telah menetapkan salah satu **Bidang Riset Unggulan yaitu Kemaritiman**. Hal ini sesuai dengan posisi Sulawesi Utara yang perairannya sebagian besar dipengaruhi oleh Lautan Pasifik. Universitas Sam Ratulangi (UNSRAT) dalam Rencana Induk Penelitian (RIP) untuk tahun

2011 – 2016, telah menetapkan **Bidang Riset Unggulan Kemaritiman** (LPPM Unsrat, 2016). Rumusan Topik Riset dari Riset Unggulan Institusi dituangkan dalam topik sesuai bidang ilmu, salah satunya ialah **Biodiversitas Pelestarian Sumberdaya Alam Hayati dan Lingkungan. Penelitian ini sesuai dengan Prioritas dan Unggulan Institusi**, menyangkut bagaimana melestarikan sumberdaya ikan tongkol, melalui upaya untuk mengetahui tingkat pengusahaannya dan berapa banyak jumlah maksimum ikan yang dapat ditangkap tanpa mengganggu kelestariannya.

Sulawesi Utara (termasuk Perairan Manado, Bitung, dan Bolaang-Mongondow) sebagai kawasan yang strategis baik secara nasional maupun internasional di bidang perikanan, selama ini titik berat pengembangan perikanan termasuk pengusahaan tongkol ialah dalam hal menangkap atau mengeksploitasi sumberdaya. Belum banyak kajian yang khusus di kawasan tersebut yang menyangkut potensi, tingkat pemanfaatan, serta tingkat pengusahaan sumberdaya perikanan.

Salah satu cara pendekatan dalam memprediksi pengelolaan sumberdaya ikan ialah melalui pemodelan. Model yang paling sederhana dalam dinamika populasi ikan ialah **Model Produksi Surplus (MPS)**, dengan memperlakukan ikan sebagai biomassa tunggal yang tak dapat dibagi, yang tunduk pada aturan-aturan sederhana kenaikan dan penurunan biomassa. Model ini, pada umumnya digunakan dalam penilaian stok ikan hanya dengan menggunakan data hasil tangkapan dan upaya-tangkap yang umumnya tersedia. Melalui MPS, dapat diprediksi potensi sumberdaya ikan, jumlah maksimum hasil tangkapan yang menjamin kelestarian sumberdaya, serta alokasi jumlah optimum upaya-tangkap (*trip* kapal) yang dioperasikan agar sumberdaya tetap lestari dan ekonomis.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Kelompok ikan tuna kecil antara lain cakalang dan tongkol sebagai komoditi ekspor yang penting bagi Sulawesi Utara. Penelitian tentang potensi dan status pemanfaatan ikan tongkol masih jarang dilakukan dibanding dengan ikan cakalang. Penelitian **penulis** dan kawan-kawan (**Kekenusa, dkk**, 2008), mengungkap tentang tingkat pemanfaatan dan pengusahaan perikanan cakalang di perairan Sulawesi Utara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa telah terjadi tangkap-lebih (*overfishing*) untuk perikanan cakalang di wilayah ini.

Penelitian tentang status pemanfaatan ikan tongkol di perairan Sulawesi Utara, telah diawali dengan penelitian penulis dan kawan-kawan di perairan Sangihe, Talaud, dan Siau-Tagulandang-Biaro (SITARO). Di perairan Talaud untuk tahun 2012 tingkat pemanfaatan sebesar 94,86% yang mengindikasikan adanya tangkap-lebih (*overfishing*), dengan tingkat pengusahaan 193,99% yang menunjukkan suatu tingkat pengusahaan yang tidak efisien (**Kekenusa, et al**, 2015). Untuk perairan SITARO pada tahun 2013 juga menunjukkan tingkat pemanfaatan yang berlebihan (tangkap-lebih) sebesar 103,80%, dengan tingkat pengusahaan 110,56% yang juga mengindikasikan terjadi penangkapan yang tidak efisien.

Pemetaan daerah penangkapan ikan cakalang dan tongkol di perairan utara Nanggroe Aceh Darussalam, dilakukan melalui pendekatan suhu permukaan laut (SPL) dan konsentrasi klorofil-a. Konsentrasi klorofil-a dan SPL memiliki hubungan yang positif dengan CPUE (*Catch Per Unit Effort*) ikan cakalang dan tongkol (Muklis, dkk, 2009). Di daerah perairan Teluk Lampung, kegiatan penangkapan ikan sudah mengkhawatirkan, karena terjadi penurunan CPUE untuk beberapa alat tangkap, sehingga perlu dikembangkan teknologi penangkapan yang difokuskan pada jenis alat yang ramah lingkungan (Hariyanto, 2008).

Di daerah perairan Sumatera Barat penangkapan ikan tongkol dan cakalang menggunakan pukut cincin (*purse seine*) dengan bantuan rumpon. Meskipun hasil tangkapan meningkat, akan tetapi perlu diperhatikan kelestariannya supaya tidak terjadi *overfishing* (Telaumbanua, dkk, 2004).

Nurhayati (2001), melakukan pendugaan stok ikan tongkol di perairan Pelabuhan Ratu dengan Model Produksi Surplus menggunakan metode Schaefer dan metode Fox. Diperoleh nilai CPUE yang berfluktuasi, diduga akibat efisiensi unit alat tangkap, teknologi alat tangkap, ruaya, ketersediaan ikan, perubahan musim, dan faktor lingkungan. Terungkap juga bahwa model terbaik ialah model Fox, dan terdapat indikasi *overfishing* pada 2 lokasi dari 7 lokasi pendaratan ikan. Tingkat pengusahaan yang padat (*fully exploited*) ikan tongkol di

perairan selatan Jawa Timur, juga dilaporkan (Lelono, 2011) dengan menggunakan Model Produksi Surplus metode Schaefer dan Fox.

Berdasarkan hasil penelitian pada beberapa daerah tersebut di atas, dirasakan sudah sangat mendesak untuk mengetahui tentang pengusahaan perikanan tongkol di seluruh Perairan Sulawesi Utara, melalui pendekatan Model Produksi Surplus (MPS).

(1). Model Produksi Surplus

Model yang paling sederhana dalam dinamika populasi ikan ialah model produksi surplus yang memperlakukan populasi ikan sebagai biomassa tunggal yang tidak dapat dibagi, yang tunduk pada aturan-aturan sederhana dari kenaikan dan penurunannya. Model produksi ini tergantung pada 4 macam besaran, yaitu : biomassa populasi pada suatu waktu tertentu t (B_t), tangkapan untuk suatu waktu tertentu t (C_t), upaya tangkap pada waktu tertentu t (E_t), dan laju pertumbuhan alami konstan (r) (Boer dan Aziz, 1995). Model ini pertama kali dikembangkan oleh Schaefer, yang bentuk awalnya sama dengan model pertumbuhan logistik.

Model Produksi Surplus adalah suatu model yang digunakan dalam pengkajian stok ikan, yaitu dengan menggunakan data hasil tangkapan dan upaya penangkapan. Pertambahan biomassa suatu stok ikan dalam waktu tertentu di suatu wilayah perairan, ialah suatu parameter populasi yang disebut produksi. Biomassa yang diproduksi ini diharapkan dapat mengganti biomassa yang hilang akibat kematian penangkapan, maupun faktor alami. Produksi yang berlebih dari kebutuhan penggantian dianggap sebagai surplus yang dapat dipanen. Apabila kuantitas biomassa yang diambil sama dengan surplus yang diproduksi, maka perikanan tersebut berada dalam keadaan *equilibrium* atau seimbang (Aziz, 1989).

Menurut Coppola dan Pascoe (1996), persamaan surplus produksi terdiri dari beberapa konstanta yang dipengaruhi oleh pertumbuhan alami, kemampuan alat tangkap, dan daya dukung lingkungan. Konstanta-konstanta tersebut diduga dengan menggunakan model-model penduga parameter biologi dari persamaan surplus produksi, yaitu model : Equilibrium Schaefer, Disequilibrium Schaefer, Schnute, dan Walter – Hilborn. Berdasarkan keempat model tersebut dipilih yang paling sesuai atau *best fit* dari pendugaan yang lain.

Menurut Sparre dan Venema (1999), rumus-rumus model produksi surplus hanya berlaku apabila parameter *slope* (b) bernilai negatif, yang berarti penambahan upaya tangkap akan menyebabkan penurunan hasil tangkapan per upaya tangkap. Apabila parameter b

nilainya positif, maka tidak dapat dilakukan pendugaan besarnya stok maupun upaya optimum, tetapi hanya dapat disimpulkan bahwa penambahan upaya tangkap masih memungkinkan untuk meningkatkan hasil tangkapan.

Penerapan model produksi surplus ialah untuk mengetahui hasil tangkapan maksimum lestari dan upaya tangkap optimum dari suatu perairan. Nilai tersebut diperoleh dari hasil analisis tangkapan per upaya tangkap pada suatu daerah perairan dengan data runtun waktu (*time series*) minimal selama lima tahun (Aziz, 1989).

Pendugaan upaya penangkapan optimum (E_{opt}) dan hasil tangkapan maksimum lestari (C_{MSY}) didekati dengan Model Produksi Surplus. Antara hasil tangkapan per satuan upaya ($CPUE_t$) dan upaya tangkap (*effort*) dapat berupa hubungan linear maupun eksponensial (Gulland, 1983). Model Produksi Surplus terdiri dari 2 model dasar yaitu Model Schaefer (hubungan linear) dan Model Gompertz yang dikembangkan oleh Fox dengan bentuk hubungan eksponensial (Gulland, 1983).

Syarat-syarat yang harus dipenuhi dalam menganalisis model produksi surplus ialah (Gulland, 1983) :

- (1) Ketersediaan ikan pada tiap-tiap periode tidak mempengaruhi daya tangkap relatif.
- (2) Distribusi ikan menyebar merata.
- (3) Masing-masing alat tangkap menurut jenisnya mempunyai kemampuan tangkap yang seragam.

Beberapa tipe model produksi surplus menggambarkan hubungan antara stok dan produksi. Masing-masing dari model ini memiliki keuntungan dan kerugian yang bergantung pada situasi di mana model tersebut digunakan. Model pertama yang digunakan secara luas dibuat oleh Schaefer, yang didasarkan pada tulisan Graham.

(2) Model Schaefer

Seperti dikemukakan sebelumnya bahwa model produksi surplus pertama kali dikembangkan oleh Schaefer, yang bentuk awalnya sama dengan model pertumbuhan logistik. Model tersebut ialah sebagai berikut :

$$\frac{dB_t}{dt} = G(B_t) = r B_t \left(1 - \frac{B_t}{K} \right) \quad (1)$$

Persamaan ini belum memperhitungkan pengaruh penangkapan, sehingga Schaefer menuliskan kembali menjadi :

$$\frac{dB_t}{dt} = r B_t \left(1 - \frac{B_t}{K} \right) - C_t \quad (2)$$

dengan K ialah daya dukung lingkungan perairan, dan C_t ialah tangkapan yang dapat ditulis sebagai :

$$C_t = q E_t B_t \quad (3)$$

dengan q sebagai koefisien ketertangkapan (*catchability*), dan E_t menunjukkan upaya tangkap. Persamaan ini dapat ditulis menjadi :

$$\frac{C_t}{E_t} = q B_t = \text{CPUE} \quad (4)$$

menunjukkan hipotesis Schaefer yang menyatakan bahwa Tangkapan Per UpayaTangkap (CPUE = *Catch Per Unit of Effort*) sebanding dengan kelimpahan stok B_t . Oleh karena B_t tidak dapat diamati, maka pendekatan ini sangat penting dalam pengkajian stok (*stock assessment*).

Dari persamaan diferensial (2), tangkapan optimum dapat dihitung pada saat $\frac{dB_t}{dt} = 0$ atau disebut juga penyelesaian pada titik keseimbangan (*equilibrium*), yang berbentuk :

$$r B_t \left(1 - \frac{B_t}{K} \right) - C_t = 0, \quad \text{atau}$$

$$C_t = r B_t \left(1 - \frac{B_t}{K} \right) = q E_t B_t \quad (5)$$

Dari persamaan (3) dan (5) diperoleh nilai B_t sebagai berikut :

$$B_t = K \left(1 - \frac{qE_t}{r} \right) \quad (6)$$

sehingga persamaan (5) menjadi :

$$C_t = q K E_t \left(1 - \frac{qE_t}{r} \right)$$

$$= q K E_t - \frac{q^2 K}{r} E_t^2 \quad (7)$$

Persamaan (7) disederhanakan lagi oleh Schaefer menjadi :

$$\frac{C_t}{E_t} = a - b E_t, \quad \text{atau}$$

$$C_t = a E_t - b E_t^2 \quad (8)$$

sedangkan $a = qK$ dan $b = \frac{q^2K}{r}$. Hubungan linear ini yang digunakan secara luas untuk menghitung C_{MSY} melalui penentuan turunan pertama C_t terhadap E_t untuk mencari solusi optimal, baik untuk tangkapan maupun upaya tangkap. Turunan pertama C_t terhadap E_t adalah : $\frac{dC_t}{dE_t} = a - 2b E_t$, sehingga diperoleh dugaan E_{opt} (upaya tangkap optimum) dan C_{MSY}

(tangkapan maksimum lestari) masing-masing :

$$E_{opt} = \frac{a}{2b} = \frac{r}{2q} \quad (9)$$

dengan memasukkan nilai E_{opt} pada persamaan (8), akan diperoleh C_{MSY} sebagai berikut :

$$\begin{aligned} C_{MSY} &= a E_t - b E_t^2 \\ &= a \left(\frac{a}{2b} \right) - b \left(\frac{a}{2b} \right)^2 \\ &= \frac{a^2}{2b} - \frac{ba^2}{4b^2} \\ &= \frac{a^2}{2b} - \frac{a^2}{4b} \\ &= \frac{a^2}{4b} \end{aligned}$$

dengan mensubstitusi $a = qK$ dan $b = \frac{q^2K}{r}$, akan diperoleh

$$C_{MSY} = \frac{a^2}{4b} = \frac{q^2K^2}{4q^2K/r} = \frac{rK}{4} \quad (10)$$

Nilai-nilai a dan b diduga melalui pendekatan metode kuadrat terkecil yang umum digunakan untuk menduga koefisien persamaan regresi sederhana. Selanjutnya, dengan memasukkan nilai E_{opt} pada persamaan (6) diperoleh biomassa optimum (B_{MSY}) sebagai berikut :

$$\begin{aligned} B_{MSY} &= K - \frac{Kq}{r} E_{opt} \\ &= K - \frac{Kq}{r} \left(\frac{r}{2q} \right) \\ &= K - \frac{K}{2} \end{aligned}$$

$$= \frac{K}{2} \quad (11)$$

Nilai-nilai parameter q , K , dan r dapat dihitung dengan menggunakan algoritma Fox, seperti yang diacu dalam Sularso (2005), sebagai berikut :

$$q_t = \ln \left[\left[\left(zU_t^{-1} + \frac{1}{b} \right) / \left(zU_{t+1}^{-1} + \frac{1}{b} \right) \right] / (z) \right] \quad (12)$$

dimana $z = -(a/b)/E^*$, $E^* = (E_t + E_{t+1})/2$, $U_t = \frac{C_t}{E_t}$, dan nilai q adalah rata-rata geometrik dari nilai q_t . Dari nilai a , b , dan q , selanjutnya dapat dihitung nilai K dan r .

(3). Model Fox

Model Fox (1970) memiliki beberapa karakteristik yang berbeda dari model Schaefer, yaitu pertumbuhan biomassa mengikuti model pertumbuhan Gompertz. Penurunan CPUE terhadap upaya tangkap (E) mengikuti pola eksponensial negatif.

Asumsi-asumsi model eksponensial ini menurut FAO (1994), ialah sebagai berikut :

1. Populasi dianggap tidak akan punah
2. Populasi sebagai jumlah dari individu ikan.

Model ini menghasilkan garis lengkung bila $\frac{C_t}{E_t}$ diplot terhadap E_t , akan tetapi bila $\frac{C_t}{E_t}$

diplot dalam bentuk logaritma terhadap E_t , akan diperoleh garis lurus :

$$\ln \frac{C_t}{E_t} = a - b E_t \text{ atau } \frac{C_t}{E_t} = \exp(a - b E_t) \quad (13)$$

Kedua model ini mengikuti asumsi bahwa $\frac{C_t}{E_t}$ menurun dengan meningkatnya upaya tangkap. Nilai $\frac{C_t}{E_t}$ selalu lebih besar dari nol untuk semua nilai E_t .

Hubungan antara tangkapan (C_t) dengan upaya tangkap (E_t) ialah :

$$C_t = E_t \cdot \exp(a - b E_t) \quad (14)$$

Upaya optimum diperoleh dengan menyamakan turunan pertama C_t terhadap E_t sama dengan nol :

$$\frac{dC_t}{dE_t} = e^{a-bE_t} + E_t e^{a-bE_t} (-b) = 0$$

$$\begin{aligned} \frac{dC_t}{dE_t} &= e^{a-bE_t} - b E_t e^{-bE_t} = 0 \\ (1 - b E_t) e^{-bE_t} &= 0 \\ b E_t &= 1 \\ E_{opt} &= \frac{1}{b} \end{aligned} \quad (15)$$

Hasil tangkapan maksimum lestari (C_{MSY}) didapat dengan memasukkan nilai upaya optimum ke dalam persamaan (14), dan diperoleh :

$$C_{MSY} = \frac{1}{b} e^{a-1} \quad (16)$$

Nilai dugaan parameter a dan b pada persamaan (13) dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan regresi sederhana. Rumus-rumus tersebut hanya berlaku bila parameter *slope* (b) bernilai negatif, yang berarti bahwa penambahan jumlah upaya tangkap akan menyebabkan penurunan CPUE. Apabila dalam perhitungan nilai *slope*(b) positif, maka tidak dapat dilakukan pendugaan stok maupun besarnya upaya optimum, tetapi hanya dapat disimpulkan bahwa penambahan upaya tangkap masih menambah hasil tangkapan.

(4). Model Schnute

Schnute (1977), mengemukakan versi lain dari model produksi surplus yang bersifat dinamis serta deterministik. Metode Schnute dianggap sebagai modifikasi dari model Schaefer dalam bentuk diskret (Roff, 1983, yang diacu dalam Tinungki 2005). Bentuk dasar dari model Schnute dikembangkan dari persamaan (2) dan (3), yang dapat ditulis sebagai berikut :

$$\frac{dB_t}{B_t} = \left\{ r - \frac{rB_t}{K} - q E_t \right\} dt \quad (17)$$

Jika persamaan (17) diintegrasikan dan dilakukan satu langkah setahun ke depan akan diperoleh :

$$\ln(B_{t+1}) - \ln(B_t) = r - \frac{r}{K} \bar{B}_t - q \bar{E}_t \quad (18)$$

Dari persamaan (3) diperoleh :

$$B_t = \frac{C_t}{E_t} / q$$

$$= \frac{U_t}{q} \quad \text{dengan demikian,}$$

$$\bar{B}_t = \frac{\bar{U}_t}{q} .$$

Jika persamaan (18) disederhanakan dengan \bar{U}_t adalah rata-rata CPUE dan \bar{E}_t rata-rata upaya tangkap per tahun, maka akan diperoleh persamaan berikut :

$$\begin{aligned} \ln\left(\frac{U_{t+1}}{U_t}\right) &= r - \frac{r}{qK} \bar{U}_t - q \bar{E}_t, \quad \text{atau} \\ \ln\left(\frac{U_{t+1}}{U_t}\right) &= r - \frac{r}{qK} \left(\frac{U_t + U_{t+1}}{2}\right) - q \left(\frac{E_t + E_{t+1}}{2}\right) \\ &= a - b \left(\frac{U_t + U_{t+1}}{2}\right) - c \left(\frac{E_t + E_{t+1}}{2}\right) \end{aligned} \quad (19)$$

dimana $a = r$, $b = \frac{r}{qK}$, dan $c = q$, adalah penduga parameter koefisien regresi berganda.

Nilai dugaan parameter biologi dapat diduga dengan rumus sebagai berikut ini :

$$\begin{aligned} b &= \frac{r}{qK} \\ K &= \frac{r}{bq} \\ C_{MSY} &= \frac{a^2}{4bc} = \frac{r^2}{4(r/Kq)q} = \frac{rK}{4} \\ E_{opt} &= \frac{r}{2q} \end{aligned} \quad (20)$$

(5). Model Walter - Hilborn

Walter dan Hilborn (1976) yang diacu dalam Tinungki (2005), mengembangkan jenis lain dari model produksi surplus, yang dikenal sebagai model regresi. Model Walter – Hilborn ini, menggunakan persamaan diferensial sederhana, dengan persamaan sebagai berikut :

$$B_{t+1} = B_t + r B_t \left(1 - \frac{B_t}{K}\right) - C_t \quad (21)$$

Jika $C_t = q B_t E_t$, dan $B_t = \frac{U_t}{q}$, serta $U_t = \frac{C_t}{E_t}$ menyatakan CPUE (*Catch Per Unit of Effort*),

maka persamaan (21) dapat diformulasi kembali sebagai berikut,

$$\frac{U_{t+1}}{q} = \frac{U_t}{q} + \frac{rU_t}{q} \left(1 - \frac{U_t}{Kq}\right) - U_t E_t \quad (22)$$

Penyusunan kembali persamaan (22) dengan memindahkan $\frac{U_t}{q}$ ke sisi kiri dan mengalikan

dengan $\frac{q}{U_t}$, akan diperoleh persamaan model Walter – Hilborn sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \frac{U_{t+1}}{U_t} - 1 &= r - \frac{r}{Kq} U_t - q E_t \\ &= a - b U_t - c E_t \end{aligned} \quad (23)$$

dimana $a = r$, $b = \frac{r}{Kq}$, dan $c = q$, adalah penduga parameter koefisien regresi berganda.

Nilai dugaan parameter biologi dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} b &= \frac{r}{qK} \\ K &= \frac{r}{bq} \\ C_{MSY} &= \frac{a^2}{4bc} = \frac{r^2}{4(r/Kq)q} = \frac{rK}{4} \\ E_{opt} &= \frac{r}{2q} \end{aligned} \quad (24)$$

(6). Model Clarke Yoshimoto Pooley (CYP)

Pendugaan parameter biologi untuk model produksi surplus dapat pula dilakukan melalui teknik pendugaan yang dikemukakan oleh Clarke, Yoshimoto, dan Pooley (Fauzi dan Anna 2005, Tinungki 2005). Parameter-parameter yang diduga ialah r , K , dan q , dengan model yang dinyatakan sebagai berikut :

$$\ln(U_{t+1}) = \left(\frac{2r}{2+r}\right) \ln(qK) + \frac{2-r}{2+r} \ln(U_t) - \frac{q}{2+r} (E_t + E_{t+1}) \quad (25)$$

di mana : $a' = \frac{2r}{2+r}$, $a = a' \ln(qK)$, $b = \frac{2-r}{2+r}$, $c = \frac{q}{2+r}$

dengan demikian persamaan (25) dapat ditulis dalam bentuk :

$$\begin{aligned} \ln(U_{t+1}) &= a' \ln(qK) + b \ln(U_t) - c(E_t + E_{t+1}) \\ &= a + b \ln(U_t) - c(E_t + E_{t+1}) \end{aligned} \quad (26)$$

Pendugaan parameter untuk persamaan (26) dilakukan dengan metode OLS (*Ordinary Least Square*) untuk meregresi $\ln(U_{t+1})$, dengan $\ln(U_t)$ dan $(E_t + E_{t+1})$.

Untuk menghitung parameter r , q , dan K dilakukan dengan menggunakan algoritma (Fauzi, 2002), sebagai berikut :

1. Koefisien regresi b dari persamaan (26) digunakan dalam menghitung r yaitu :

$$r = \frac{2(1-b)}{1+b} \quad (27)$$

2. Koefisien regresi c pada persamaan (26) dan nilai r yang diperoleh dari persamaan (27) digunakan untuk menghitung q , yaitu :

$$q = -c(2-r) \quad (28)$$

3. Koefisien regresi a yang diperoleh dari persamaan (26) dan nilai q yang diperoleh dari persamaan (28), digunakan untuk mencari Q ($Q = \frac{a}{a'}$) yang digunakan dalam menghitung nilai K , yaitu :

$$Q = \frac{a(2+r)}{2r} \quad (29)$$

4. Nilai K dapat dihitung sebagai berikut :

$$K = \frac{e^Q}{q} \quad (30)$$

(7) Model Bioekonomi

Salah satu pertanyaan mendasar dalam pengelolaan sumberdaya ikan ialah bagaimana memanfaatkan sumberdaya tersebut sehingga menghasilkan manfaat ekonomi yang tinggi bagi pengguna, namun tetap menjaga kelestarian sumber. Pertanyaan tersebut mengandung makna ekonomi dan makna konservasi atau biologi. Pendekatan untuk menjawab pertanyaan tersebut, pertama kali dikembangkan oleh Gordon untuk melengkapi model Schaefer, dikenal sebagai pendekatan bioekonomi (Fauzi dan Anna, 2005). Model yang digunakan untuk pendekatan ini disebut model bioekonomi.

Model produksi hanya dapat mengetahui potensi sumberdaya perikanan dan tingkat produksi maksimumnya. Model tersebut belum mampu menunjukkan potensi industri penangkapan ikan dan tingkat pengusahaan yang optimum bagi masyarakat. Teori ekonomi perikanan yang didasarkan atas sifat dasar biologi populasi ikan ditujukan untuk memahami perilaku ekonomi dan industri penangkapan ikan (Purwanto, 1988).

Berdasarkan model bioekonomi didapatkan nilai dugaan keuntungan maksimum secara ekonomi. Keuntungan maksimum diperoleh pada saat upaya (E) yang digunakan menghasilkan keuntungan ekonomi yang maksimum ($E_{MEY} = E$ pada *Maximum Economic Yield*) (Fauzi dan Anna, 2005). Keuntungan usaha penangkapan (π) dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\pi = pC - cE \quad (31)$$

dengan keterangan :

π = keuntungan usaha penangkapan ikan (satuan nilai uang)

C = jumlah hasil tangkapan (satuan berat atau jumlah)

p = harga satuan hasil tangkapan (satuan nilai uang)

E = jumlah upaya penangkapan (trip kapal)

c = biaya operasi per unit upaya tangkap (satuan nilai uang)

Bila rumus model produksi pada persamaan (8) disubstitusi ke dalam persamaan (31), maka dihasilkan :

$$\pi = p (aE - bE^2) - c E \quad (32)$$

Keseimbangan bioekonomi terjadi pada saat $\pi = 0$ atau pendapatan sama dengan pengeluaran. Titik keseimbangan ini disebut sebagai *bioeconomic equilibrium of open access* atau keseimbangan pada akses terbuka. Tingkat upaya penangkapan pada kondisi *open access* (E_{oa}) secara matematika dapat dihitung sebagai berikut :

$$\pi = p (aE - bE^2) - c E = 0 \quad (33)$$

$$pbE^2 = paE - cE$$

$$pbE^2 = E (pa - c)$$

$$E_{oa} = \frac{pa - c}{pb} \quad (34)$$

Keuntungan maksimum dicapai dengan membuat turunan persamaan (32) terhadap upaya tangkap E , sama dengan nol ($\frac{d\pi}{dE} = 0$). Dengan demikian tingkat upaya yang memaksimalkan pendapatan (E_{MEY}), dapat dihitung sebagai berikut :

$$\frac{d\pi}{dE} = p (a - 2bE) - c \quad (35)$$

$$= p (a - 2bE) - c$$

$$2 pbE = pa - c$$

$$E_{MEY} = \frac{1}{2} \frac{pa - c}{pb} = \frac{1}{2} E_{oa} \quad (36)$$

Dengan memasukkan nilai E_{MEY} pada fungsi produksi akan diperoleh nilai hasil tangkapan maksimum secara ekonomi (C_{MEY}).

BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

(1). Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mendapatkan **Model Produksi Surplus terbaik** untuk diterapkan pada perikanan tongkol di wilayah penelitian.
2. Mengetahui **berapa besar hasil tangkapan maksimum lestari (MSY), tingkat pemanfaatan, dan tingkat pengusaha ikan tongkol.**
3. Mengetahui **berapa besar hasil tangkapan maksimum secara ekonomi (MEY) dalam pengusaha ikan tongkol.**
4. Menetapkan **alokasi upaya-tangkap (jumlah *trip* kapal) yang paling menguntungkan** untuk setiap daerah otonom (Kabupaten/Kota) di Wilayah Penelitian.

Sasaran akhir dari penelitian ini ialah agar pengelolaan perikanan tongkol dapat dilakukan secara lestari dan ekonomis untuk kesejahteraan masyarakat banyak, bukan hanya untuk sekelompok pengusaha perikanan tongkol saja.

(3) Manfaat Penelitian

Penelitian ini sangat bermanfaat dalam memberi informasi tentang pengelolaan ikan tongkol secara lestari dan ekonomis. Selama ini penelitian tentang ikan tongkol difokuskan kepada upaya untuk meningkatkan produksi hasil tangkapan, tanpa (kurang) peduli terhadap kelestarian sumberdaya. Jika hal ini tidak diseriusi mulai sekarang, maka aset daerah yang mendatangkan uang ratusan milyar rupiah per tahun bisa saja semakin berkurang, bahkan terancam kelangsungannya.

Dalam penerapan kepada masyarakat, hasil penelitian ini dapat digunakan untuk :

- (1). Memberi informasi tentang **batas maksimum jumlah ikan tongkol yang dapat ditangkap dan upaya-tangkap yang digunakan per tahun, agar sumberdaya ikan tongkol tetap lestari maupun yang paling menguntungkan secara ekonomi,**
- (2). Memberi informasi tentang **tingkat pemanfaatan dan pengusaha perikanan cakalang di wilayah penelitian, apakah sudah terjadi tangkap-lebih (*overfishing*) atau tidak.**

Sumberdaya ikan perlu dikelola dengan baik karena merupakan sumberdaya hayati yang dapat diperbaharui (*renewable*), namun dapat mengalami deplesi atau kepunahan. Sumberdaya ikan dikenal sebagai sumberdaya milik bersama yang rawan terhadap tangkap-

lebih (*overfishing*) (Monintja dan Yusfiandayani, 2001). Dengan demikian, mengelola suatu sumberdaya ikan dengan cara yang benar dan tepat merupakan suatu keharusan.

Tujuan utama pengelolaan sumberdaya perikanan ditinjau dari segi biologi ialah dalam upaya konservasi stok ikan untuk menghindari tangkap-lebih (King dan Ilgorm (1989) yang diacu *dalam* Tinungki (2005). Dalam eksplorasi dan eksploitasi sumberdaya perikanan, diperlukan dugaan potensi yang dapat memberikan gambaran mengenai tingkat dan batas maksimal pemanfaatan sumberdaya perikanan di suatu wilayah. Dengan demikian, pemanfaatan sumberdaya tetap berkelanjutan (*sustainable*).

BAB 4. METODE PENELITIAN

Penelitian **penulis** tentang status pemanfaatan perikanan tuna kecil sudah dilaksanakan **selama 10 tahun terakhir**, yang diawali dengan ikan cakalang. Penelitian yang diusulkan ini merupakan tahapan lanjutan dari penelitian ikan tongkol yang dilakukan penulis dan kawan-kawan, yang dimaksudkan untuk mendapatkan *data base perikanan tongkol* untuk seluruh wilayah perairan Sulawesi Utara, mengikuti *Road Map (Peta Jalan)* pada Tabel 4.1. **Topik penelitian ini sesuai dan sejalan dengan Rencana Induk Penelitian UNSRAT** di antaranya **Kemaritiman, menyangkut Pelestarian Sumberdaya Hayati dan Lingkungan.**

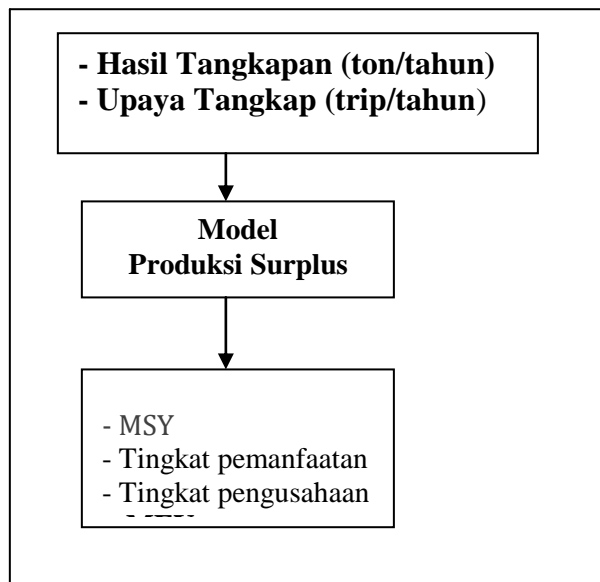
Tabel 4.1. Peta jalan penelitian tuna kecil (cakalang dan tongkol)

Tahapan Pekerjaan dan target			
Penelitian yang telah dikerjakan sebelumnya	Penelitian yang akan dikerjakan pada Tahun I	Penelitian yang akan dikerjakan pada Tahun II	Rencana Kegiatan Selanjutnya (<i>Follow Up</i>)
1. Telah dilakukan penelitian tentang status pemanfaatan dan pengusaha perikanan golongan tuna kecil diawali dengan ikan cakalang di Sulawesi utara 2. Telah diketahui tingkat pemanfaatan dan pengusaha Ikan cakalang di Sulawesi Utara 3. Telah diketahui tingkat pemanfaatan dan pengusaha ikan cakalang di perairan Sangihe, Talaud, dan SITARO	1. Pengumpulan data hasil tangkapan dan upaya tangkap ikan tongkol di perairan Bitung dan Manado 2. Penyiapan Program Komputer untuk Analisis data 3. Analisis data 4. Publikasi hasil Tingkat Pemanfaatan, Upaya-tangkap optimum, Hasil tangkapan maksimum lestari ikan tongkol (Draft Jurnal Internasional) 5. Buku Ajar/Teks Draft) 6. Seminar Nasional (Terdaftar)	1 Pengumpulan data hasil tangkapan dan upaya tangkap ikan tongkol (untuk perairan Bolaang-Mongondow) 2 Analisis data dan Publikasi hasil Tingkat Pemanfaatan, Upaya-tangkap optimum, Hasil tangkapan maksimum lestari ikan tongkol (Jurnal Internasional Published) 3 Penulisan Buku Ajar/Teks untuk hasil penelitian tahun 1 dan tahun ke 2 (Sudah Terbit). 4 Seminar Nasional (Sudah dilaksanakan)	Sosialisasi hasil penelitian ke Pemerintah daerah untuk bahan pengambilan kebijakan perikanan tongkol, supaya sumberdaya tetap lestari. Termasuk alokasi upaya tangkap di setiap daerah penangkapan tongkol.

Kerangka Konseptual Penelitian

Pemodelan bertujuan mempelajari sistem dan hakekat model mewakili realitas dengan bentuk lebih sederhana. Dengan demikian, pemodelan dapat diartikan sebagai upaya mencari perwakilan realitas berbentuk sistem dengan bentuk lebih sederhana. Salah satu jenis model yang telah luas diterapkan ialah model matematika.

Dari data hasil tangkapan ($C = \textit{Catch}$), dan upaya-tangkap ($E = \textit{Effort}$), dengan pendekatan nilai $\frac{C}{E}$ (*Catch Per Unit of Effort = CPUE*) dapat dilakukan analisis Model Produksi Surplus. Berdasarkan analisis terhadap nilai **CPUE** dan **Effort (E)**, dapat diduga nilai **MSY** (*Maximum Sustainable Yield*), **MEY** (*Maximum Economic Yield*), tingkat pemanfaatan, dan tingkat pengusahaan perikanan cakalang. Melalui pendekatan *bioekonomi*, dapat dihitung tingkat upaya yang menghasilkan keuntungan maksimum. Kerangka konsep tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Kerangka konseptual penelitian

Penelitian ini mencakup pembentukan model, pendugaan koefisien dan parameter, serta pengujian model. Pengujian model meliputi pendugaan parameter dan pemeriksaan kesahihan (*validasi*) model. Kegiatan ini diawali dengan pengumpulan data empirik. Tahapan berikutnya ialah pendugaan parameter, dan pengujian hipotesis.

Hipotesis Penelitian

Diduga, ada model penduga stok yang spesifik dan cocok di antara Model Produksi Surplus yang dianalisis untuk perikanan tongkol yang tertangkap di perairan Bolaang-Mongondow Raya.

Pelaksanaan Penelitian

Tempat pengumpulan data

Penelitian ini tergolong jenis penelitian non eksperimental. Data yang dikumpulkan ialah data primer dan sekunder tentang hasil tangkapan ikan tongkol di perairan Bitung dan Manado (Tahun I), dan Bolaang-Mongondow (Tahun II) yang didaratkan di wilayah Kabupaten/Kota. Data produksi, upaya tangkap, biaya produksi, dan nilai produksi dikumpulkan dari Tempat Pendaratan Ikan (TPI) yang ada di wilayah Sulawesi Utara dan dari Buku Tahunan Statistik Perikanan Tangkap di Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Sulawesi Utara serta Kabupaten/Kota di Wilayah Penelitian.

Metode pengumpulan data dan definisi operasional variabel yang dianalisis

Data yang digunakan untuk penerapan Model Produksi Surplus dikumpulkan dari data statistik hasil tangkapan (tahunan) ikan tongkol, yang bersumber dari TPI dan Dinas Kelautan dan Perikanan. Data (variabel) yang digunakan untuk analisis Model Produksi Surplus ialah data **hasil tangkapan (C_t) per tahun dan upaya tangkap (E_t) per tahun**, serta CPUE ($\frac{C_t}{E_t}$)

.Definisi operasional data (variabel) yang digunakan untuk analisis model produksi surplus ialah sebagai berikut :

1. Hasil tangkapan (C_t) : berat ikan yang didaratkan (ton) pada tahun ke t
2. Upaya tangkap (E_t) : jumlah kapal motor penangkap ikan yang mendaratkan hasilnya di tempat pendaratan (trip) pada tahun ke t
3. $\frac{C_t}{E_t}$: C_t dibagi E_t (ton/trip) pada tahun ke t

Model Produksi Surplus yang dikaji ialah : **model Schaefer, model Fox, model Schnute, model Walter-Hilborn, dan model Clarke Yoshimoto Pooley (CYP)**. Dari model-model tersebut dievaluasi dan dipilih model yang terbaik.

Metode Analisis Data

Kemampuan setiap jenis alat tangkap berbeda-beda, sehingga perlu dilakukan *standardisasi* upaya-tangkap. Rumus yang digunakan untuk menstandarisasi upaya-tangkap ialah sebagai berikut (Gulland, 1983) :

- (1). Menghitung *Fishing Power Index* (FPI)

$$FPI = \frac{CPUE_{dst}}{CPUE_{st}}$$

- (2). Menghitung Upaya Standar : $E_s = FPI \times E_{dst}$

Keterangan : FPI = Fishing Power Indeks

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

$CPUE_{st}$ = CPUE alat tangkap standar

E_s = Upaya tangkap hasil standardisasi

E_{dst} = Upaya tangkap yang akan distandardisasi

Model penduga yang dianalisis dan dievaluasi ialah : model Schaefer, model Fox, model Schnute, model Walter-Hilborn, dan model Clarke Yoshimoto Pooley (CYP). **Prosedur pendugaan parameter (koefisien) model-model tersebut mengikuti urutan seperti yang dikemukakan pada tinjauan pustaka.** Berdasarkan hasil **evaluasi secara statistika**, akan diperoleh suatu **model yang “terbaik”** sebagai penduga. Dari model tersebut dapat dihitung nilai C_{MSY} , upaya-tangkap optimum E_{Opt} , tingkat pemanfaatan, tingkat pengusahaan, E_{MEY} , serta C_{MEY} sumberdaya perikanan tongkol.

Pengujian Model

Pengujian model meliputi pendugaan parameter dan pemeriksaan kesahihan (validasi) model. Pengujian kesahihan (validasi) model menggunakan tolok ukur keakuratan (*accuracy*), ketelitian (*precision*), dan ketegaran (*robustness*) (Meyer, 1987). Ukuran akurasi dapat digunakan koefisien determinasi (R^2), sedangkan untuk ukuran ketelitian dan ketegaran digunakan taraf-nyata (α) untuk uji F dan uji-t (Zar, 1984). Taraf-nyata (α) yang digunakan ialah 5 %.

BAB 5. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

5.1 Perairan Bolaang-Mongondow Utara

Hasil tangkapan perikanan tongkol di perairan Bolaang-Mongondow Utara berfluktuasi dari tahun ke tahun. Data hasil tangkapan selang tahun 1995 - 2014, disajikan pada Tabel 5.1.1

Tabel 5.1.1 Hasil tangkapan, upaya tangkap, dan CPUE ikan tongkol di perairan Bolaang-Mongondow Utara tahun 2008-2017

Tahun	Tangkapan (ton), C_t	Upaya (trip), E_t	CPUE = $\frac{C_t}{E_t}$ (ton/trip)
2008	401.0	240	1.6708
2009	391.0	300	1.3033
2010	457.0	480	0.9521
2011	400.9	400	1.0022
2012	541.6	484	1.1190
2013	531.0	528	1.0057
2014	524.7	527	0.9956
2015	471.0	480	0.9813
2016	509.0	525	0.9695
2017	586.0	550	1.0655
Rata-rata	481.320	451.400	1.1065

Sumber : Diolah dari data Dinas Kelautan dan Perikanan Bolaang-Mongondow Utara dan Provinsi Sulawesi Utara

Hasil analisis regresi untuk model produksi surplus disajikan pada Lampiran 1.1 – 1.5, yang diuraikan sebagai berikut :

Model Schaefer

Dari hasil analisis diperoleh persamaan regresi $\frac{C_t}{E_t} = 1,929 - 0,002 E_t$, dengan nilai koefisien determinasi (R^2) = 0,734 dan tingkat signifikansi $p < 0,05$. Dengan demikian model produksi penduga hasil tangkapan untuk model Schaefer sesuai persamaan (8) ialah : $C_t = 1,929 E_t - 0,002 E_t^2$.

Model Fox

Dari hasil analisis regresi diperoleh persamaan regresi :

$\ln \frac{C_t}{E_t} = 0,733 - 0,001 E_t$, dengan $R^2 = 0,731$ ($p < 0,05$). Penduga hasil tangkapan untuk model Fox sesuai persamaan (13) :

$$C_t = E_t \cdot e^{(0,733 - 0,001 E_t)}$$

Model Schnute

Untuk metode Schnute sesuai persamaan (16), didapatkan persamaan regresi : $\ln(U_{t+1}/U_t) = 0,055 - 0,337 (U_{t+1}+U_t) + 0,01 (E_{t+1}+E_t)/2$ dengan $R^2 = 0,457$, dan semua koefisien regresi tidak ada yang signifikan ($p > 0,05$).

Model Walter - Hilborn

Pada metode Walter-Hilborn dengan menggunakan persamaan (17) diperoleh persamaan regresi $(U_{t+1}/U_t) - 1 = 1,009 - 0,651 U_t - 0,001 E_t$ dengan $R^2 = 0,634$, tidak semua koefisien regresi signifikan.

Model Clarke Yoshimoto Pooley (CYP)

Pada metode CYP diperoleh persamaan regresi, menurut persamaan (19) : $\ln(U_{t+1}) = 0,325 - 0,074 \ln(U_t) - 0,000320 (E_t + E_{t+1})$ dengan $R^2 = 0,759$, dan semua koefisien regresi tidak signifikan ($p > 0,05$).

Hasil perhitungan validasi data untuk kelima model produksi surplus disajikan pada Lampiran 1.6, yang diringkas pada Tabel 5.1.2.

Tabel 5.1.2. Validasi model produksi surplus ikan tongkol di perairan Bolaang-Mongondow Utara

	Model Schaefer	Model Fox	Model Schnute	Model Walter-Hilborn	Model CYP
Kesesuaian Tanda	Sesuai	Sesuai	Tidak Sesuai	Sesuai	Tidak Sesuai
Nilai R^2	0.734	0.731	0.457	0.831	0.464
Nilai Validasi	0.1019	0.2258	0.9909	1.0003	0.9999
Signifikansi Koefisien	Signifikan	Signifikan	Tidak Signifikan	Tidak Semua Signifikan	Tidak Signifikan

Dari hasil perhitungan pada Tabel 5.1.2, terlihat bahwa yang paling sesuai ialah model Schaefer dengan nilai R^2 cukup besar ($R^2 = 0,734$) dan validasi (nilai residual) paling kecil. Dari model Schaefer diperoleh nilai $a = 1,929$ dan nilai $b = 0,002$, dengan persamaan (9) dan

(10) dapat dihitung nilai upaya optimum (E_{opt}) dan tangkapan maksimum lestari (C_{MSY}) sebagai berikut :

$$E_{opt} = \frac{a}{2b} = \frac{1.929}{2(0.002)} = 482.25 \approx 482 \text{ trip per tahun}$$

$$C_{MSY} = \frac{a^2}{4b} = \frac{1.929^2}{4(0.002)} = 465.13 \text{ ton per tahun.}$$

Ini berarti bahwa untuk menjaga kelestarian sumberdaya perikanan tongkol secara teknis dan biologis, dalam setahun jumlah unit penangkapan tidak boleh melebihi 482 trip. Untuk menjaga kelestarian sumberdaya ikan tongkol di perairan Kabupaten Bolaang-Mongondow Utara, maksimum ikan yang dapat ditangkap sebesar 465,13 ton per tahun.

Selanjutnya dari nilai E_{opt} dan C_{MSY} dapat dihitung tingkat upaya penangkapan dan tingkat pemanfaatan ikan tongkol untuk tahun tertentu misalkan tahun 2017, sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Tingkat upaya tahun 2017} &= \frac{E_{2017}}{E_{opt}} \times 100\% \\ &= \frac{550}{482} \times 100\% = 114.10\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tingkat pemanfaatan tahun 2017} &= \frac{C_{2017}}{C_{MSY}} \times 100\% \\ &= \frac{586.0}{465.13} \times 100\% = 125.99\% . \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan, ternyata upaya tangkap ikan tongkol di perairan Bolaang-Mongondow Utara pada tahun 2017, sudah melebihi tingkat upaya maksimum lestari. Hal ini menunjukkan upaya penangkapan yang sangat tidak efisien. Tingkat pemanfaatan untuk tahun 2017, sudah melampaui tingkat optimum, menjadi tanda terjadinya *overfishing* (tangkap-lebih).

Penelitian ini menjelaskan penggunaan beberapa kriteria statistika dalam memilih model produksi surplus terbaik. Dengan menerapkan beberapa kriteria statistika dalam memilih model produksi surplus, akan diperoleh hasil yang lebih baik. Para peneliti di bidang perikanan mendapatkan pedoman dalam menetapkan kriteria pemilihan model produksi surplus, sekaligus juga menghindari penerapan langsung satu model saja dalam menganalisis model produksi surplus di suatu perairan.

5.2 Perairan Bolaang-Mongodow Selatan dan Bolaang-Mongondow Timur

Hasil tangkapan perikanan tongkol di perairan Bolaang-Mongondow Selatan (BolSel) dan Bolaang-Mongondow Timur (BolTim) berfluktuasi dari tahun ke tahun. Data hasil tangkapan selang tahun 2009 - 2017, disajikan pada Tabel 5.2.1.

Tabel 5.2.1 Hasil tangkapan, upaya tangkap, dan CPUE ikan tongkol di perairan BolSel dan BolTim tahun 2009-2017

Tahun	Tangkapan (ton), C_t	Upaya (trip), E_t	CPUE = $\frac{C_t}{E_t}$ (ton/trip)
2009	504.5	424	1.1899
2010	562.3	451	1.2468
2011	637.4	517	1.2329
2012	691.7	604	1.1452
2013	695.9	651	1.0690
2014	611.7	662	.9240
2015	650.5	671	.9694
2016	582.6	682	.8543
2017	564.8	688	.8209
Rata-rata	611,267	594,44	1,0503

Sumber : Diolah dari data Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten BolSel, BolTim, dan Provinsi Sulawesi Utara

Hasil analisis regresi untuk model produksi surplus disajikan pada Lampiran 2.1 – 2.5, yang diuraikan sebagai berikut :

Model Schaefer

Dari hasil analisis diperoleh persamaan regresi $\frac{C_t}{E_t} = 1,865 - 0,001 E_t$, dengan nilai koefisien determinasi (R^2) = 0,751 dan tingkat signifikansi $p < 0,05$. Dengan demikian model produksi penduga hasil tangkapan untuk model Schaefer sesuai persamaan (3.8) ialah : $C_t = 1,865 E_t - 0,001 E_t^2$ (Lihat Lampiran 2.1).

Model Fox

Pada model Fox dilakukan analisis regresi sederhana antara Ln CPUE dengan Upaya untuk data pada Tabel 5.2.2.

Tabel 5.2.2 Hasil tangkapan, upaya tangkap, dan CPUE, dan Ln CPUE ikan tongkol di perairan BolSel dan BolTim tahun 2009-2017

Tahun	Tangkapan (ton), C_t	Upaya (trip), E_t	CPUE (ton/trip)	Ln CPUE
2009	504.5	424	1.1899	.1738
2010	562.3	451	1.2468	.2206
2011	637.4	517	1.2329	.2094
2012	691.7	604	1.1452	.1356
2013	695.9	651	1.0690	.0667
2014	611.7	662	.9240	-.0790
2015	650.5	671	.9694	-.0310
2016	582.6	682	.8543	-.1575
2017	564.8	688	.8209	-.1973
Rata-rata	611,267	594,44	1,0503	

Sumber : Diolah dari data Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten BolSel, BolTim, dan Provinsi Sulawesi Utara

Dari hasil analisis diperoleh persamaan regresi : $\text{Ln} \frac{C_t}{E_t} = 0,817 - 0,001 E_t$, dengan nilai

koefisien determinasi (R^2) = 0,723 dan tingkat signifikansi $p < 0,05$. Penduga hasil tangkapan untuk model Fox sesuai persamaan (3.14) ialah :

$$C_t = E_t \cdot e^{(0,817 - 0,001 E_t)} \text{ (Lihat Lampiran 2.2).}$$

Model Schnute

Untuk metode Schnute dilakukan analisis regresi antara $\text{Ln}(U_{t+1}/U_t)$ dengan $(U_{t+1}+U_t)/2$ dan $(E_{t+1}+E_t)/2$ untuk data pada Tabel 5.2.3.

Tabel 5.2.3 Hasil tangkapan, upaya tangkap, CPUE, $\text{Ln}(U_{t+1}/U_t)$, $(U_{t+1}+U_t)/2$, $(E_{t+1}+E_t)/2$ ikan tongkol di perairan BolSel dan BolTim

Tahun	Tangkapan (ton), C_t	Upaya (trip), E_t	CPUE U_t	Ln (U_{t+1}/U_t)	$(U_{t+1}+U_t)/2$	$(E_{t+1}+E_t)/2$
2009	504.5	424	1.1899	.0467	1.2183	438
2010	562.3	451	1.2468	-.0112	1.2399	484
2011	637.4	517	1.2329	-.0787	1.1921	561
2012	691.7	604	1.1452	-.0688	1.1071	628
2013	695.9	651	1.0690	-.1458	.9965	657
2014	611.7	662	.9240	.0730	.9467	667
2015	650.5	671	.9694	-.1264	.9119	677
2016	582.6	682	.8543	-.0399	.8376	685
2017	564.8	688	.8209	.0467	1.2183	438
Rata-rata	611,267	594,44	1,0503			

Dari data pada Tabel 5.2.3, berdasarkan persamaan (3.19) diperoleh persamaan regresi $\ln(U_{t+1}/U_t) = 0,963 - 0,413 (U_{t+1}+U_t)/2 - 0,001 (E_{t+1}+E_t)/2$ dengan $R^2 = 0,306$, dan semua koefisien regresi tidak signifikan (lihat Lampiran 2.3).

Model Walter - Hilborn

Pada metode Walter–Hilborn dilakukan analisis regresi antara regresi $(U_{t+1}/U_t)-1$ dengan U_t dan E_t untuk data pada Tabel 5.2.4. Dari data pada Tabel 5.2.4 sesuai persamaan (3.23), diperoleh persamaan regresi $(U_{t+1}/U_t)-1 = 1,206 - 0,599 U_t - 0,001 E_t$ dengan $R^2 = 0,635$, tidak semua koefisien regresi signifikan.

Tabel 5.2.4 Hasil tangkapan, upaya tangkap, CPUE, dan $(U_{t+1}+U_t) - 1$ ikan tongkol di perairan BolSel dan BolTim

Tahun	Tangkapan (ton), C_t	Upaya (trip), E_t	CPUE U_t	$(U_{t+1}/U_t) - 1$
2009	504.5	424	1.1899	.0478
2010	562.3	451	1.2468	-.0111
2011	637.4	517	1.2329	-.0711
2012	691.7	604	1.1452	-.0665
2013	695.9	651	1.0690	-.1356
2014	611.7	662	.9240	.0491
2015	650.5	671	.9694	-.1187
2016	582.6	682	.8543	-.0391
2017	564.8	688	.8209	

Model Clarke Yoshimoto Pooley (CYP)

Pada metode CYP dilakukan regresi berganda antara $\ln(U_{t+1})$ dengan $\ln(U_t)$ dan (E_t+E_{t+1}) untuk data pada Tabel 5.2.5. Dari data pada Tabel 5.2.5 sesuai persamaan (3.26) diperoleh persamaan regresi : $\ln(U_{t+1}) = 1,673 + 0,441 \ln(U_t) - 0,001 (E_t+E_{t+1})$ dengan $R^2 = 0,937$, dan tidak semua koefisien regresi signifikan.

Tabel 5.2.5 Hasil tangkapan, upaya tangkap, CPUE, $\ln(U_{t+1})$, $\ln(U_t)$, dan (E_t+E_{t+1}) ikan tongkol di perairan BolSel dan BolTim

Tahun	Tangkapan (ton), C_t	Upaya (trip), E_t	CPUE U_t	$\ln(U_t)$	$\ln(U_{t+1})$	(E_t+E_{t+1})
2009	504.5	424	1.1899	.1738	.2206	875
2010	562.3	451	1.2468	.2206	.2094	968
2011	637.4	517	1.2329	.2094	.1356	1121
2012	691.7	604	1.1452	.1356	.0667	1255
2013	695.9	651	1.0690	.0667	-.0790	1313
2014	611.7	662	.9240	-.0790	-.0310	1333
2015	650.5	671	.9694	-.0310	-.1575	1353
2016	582.6	682	.8543	-.1575	-.1973	1370
2017	564.8	688	.8209	-.1973		

Evaluasi Model Produksi Surplus

Pada model Schaefer diperoleh nilai koefisien regresi $a = 1,865$ (bernilai positif) dan nilai $b = -0.001$ (bertanda negatif), berarti sesuai dengan tanda yang dipersyaratkan. Untuk model Fox diperoleh nilai a positif dan b negative sesuai yang dipersyaratkan.

Untuk model Schnute tanda koefisien regresi sesuai yang dipersyaratkan. Pada model Walter – Hilborn semua tanda koefisien regresi sesuai syarat yang ditentukan, tetapi tidak semua koefisien regresi signifikan. Pada model Clarke Yoshimoto Pooley semua tanda koefisien regresi sesuai syarat, tetapi tidak semua signifikan. Secara lengkap hasil perhitungan lima penduga model produksi surplus, nilai R^2 , dan nilai validasi (nilai residual) disajikan pada Tabel 5.2.6. Perhitungan validasi (nilai residual) dapat dilihat pada Lampiran 2.6.

Hasil perhitungan validasi data untuk kelima model produksi surplus sesuai Lampiran 2.6, diringkas pada Tabel 5.2.6.

Tabel 5.2.6. Validasi model produksi surplus ikan tongkol di perairan BolSel Dan BolTim

	Model Schaefer	Model Fox	Model Schnute	Model Walter-Hilborn	Model CYP
Kesesuaian Tanda	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai
Nilai R ²	0,751	0,723	0,306	0,635	0,937
Nilai Validasi	0,2253	0,2071	0,1810	0,0672	2.4411
Signifikansi Koefisien Regresi Individu	Signifikan	Signifikan	Tidak Signifikan	Tidak semua Signifikan	Tidak Semua Signifikan

Sesuai hasil pada Tabel 5.2.6, terlihat bahwa yang paling sesuai ialah **model Schaefer** dengan nilai R² cukup besar (R² = 0,751) dan validasi (nilai residual) relatif kecil. Dari model Schaefer diperoleh nilai a = 1,865 dan nilai b = 0,001, dengan persamaan (3.9) dan (3.10) dapat dihitung nilai upaya optimum (E_{opt}) dan tangkapan maksimum lestari (C_{MSY}) sebagai berikut :

$$E_{opt} = \frac{a}{2b} = \frac{1,865}{2(0,001)} = 932,5 \approx 933 \text{ trip per tahun.}$$

$$C_{MSY} = \frac{a^2}{4b} = \frac{1,865^2}{4(0,001)} = 869,556 \text{ ton per tahun.}$$

Ini berarti bahwa untuk menjaga kelestarian sumberdaya perikanan tongkol secara teknis dan biologis, dalam setahun jumlah unit penangkapan tidak boleh melebihi 933 trip. Untuk menjaga kelestarian sumberdaya ikan tongkol di perairan Bolaang-Mongondow Selatan dan Bolaang-Mongondow Timur, maksimum ikan tongkol yang dapat ditangkap sebesar 869,556 ton per tahun.

Selanjutnya dari nilai E_{opt} dan C_{MSY} dapat dihitung tingkat upaya penangkapan dan tingkat pemanfaatan ikan tongkol untuk tahun tertentu misalkan tahun 2013, sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Tingkat upaya tahun 2013} &= \frac{E_{2013}}{E_{opt}} \times 100\% \\ &= \frac{651}{933} \times 100\% = 69,77\% \end{aligned}$$

$$\text{Tingkat pemanfaatan tahun 2013} = \frac{C_{2013}}{C_{MSY}} \times 100\%$$

$$= \frac{695,9}{869,556} \times 100\% = 80,03 \%$$

Dari hasil perhitungan, ternyata upaya tangkap ikan tongkol di perairan BolSel dan BolTimpada tahun 2013, masih belum efisien. Tingkat pemanfaatan untuk tahun 2013, belum mencapai optimum (baru sekitar 80,03 %) dan masih dapat ditingkatkan,

Penelitian ini menjelaskan penggunaan beberapa kriteria statistika dalam memilih model produksi surplus terbaik. Dengan menerapkan beberapa kriteria statistika dalam memilih model produksi surplus, akan diperoleh hasil yang lebih baik. Para peneliti di bidang perikanan mendapatkan pedoman dalam menetapkan kriteria pemilihan model produksi surplus, sekaligus juga menghindari penerapan langsung satu model saja dalam menganalisis model produksi surplus di suatu perairan.

5.3 Luaran yang Dicapai

Luaran yang dicapai (Tahun I dan II) :

No	Luaran	Capaian	Bukti	Ket.
1	Seminar Nasional	Sudah Terlaksana Tanggal 25 Agustus 2017	Makalah dan Sertifikat Pemakalah (Terlampir)	
2	Publikasi Ilmiah Internasional :	Sudah Terbit	Jurnal (Terlampir)	
3	Buku Ajar/Teks : Pemodelan Matematika : Model Produksi Surplus	Sudah Terbit	Lembar Judul dan ISBN(Terlampir)	
4	HKI (Hak Cipta) : Karya Ilmiah dimuat dalam Prosiding	HKI : SURAT PENCATATAN CIPTAAN Nomor Pencatatan : 0001124927 Tanggal 13 November 2018	SURAT PENCATATAN CIPTAAN (Terlampir)	
5.	Seminar/Conference Internasional	Telah Terlaksana 20-21 September 2018	Sertifikat Presenter	

BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

1. Model Produksi Surplus yang dapat digunakan untuk menelaah hasil tangkapan ikan tongkol di perairan **Bolaang-Mongondow Utara** ialah Model Schaefer, dengan persamaan : $\hat{C}_t = 1,929 E_t - 0,002 E_t^2$

Untuk Perairan Bolaang-Mongondow Utara: Hasil tangkapan maksimum lestari ikan tongkol C_{MSY} sebesar **465,13** ton per tahun, diperoleh pada tingkat upaya tangkap E_{MSY} **482** trip. Untuk **tahun 2017** besarnya tingkat pemanfaatan sebesar **125,99** % merupakan tanda terjadinya *overfishing* (tangkap-lebih), dengan tingkat pengupayaan **114,10** % menunjukkan ketidakefisienan dalam upaya penangkapan

2. Model Produksi Surplus yang dapat digunakan untuk menelaah hasil tangkapan ikan tongkol di perairan **Bolaang-Mongondow Selatan dan Bolaang-Mongondow Timur** ialah Model Schaefer, dengan persamaan : $\hat{C}_t = 1,865 E_t - 0,001 E_t^2$

Untuk Perairan Bolaang-Mongondow Selatan dan Bolaang-Mongondow Timur : Hasil tangkapan maksimum lestari ikan tongkol C_{MSY} sebesar **869,556** ton per tahun, diperoleh pada tingkat upaya tangkap E_{MSY} **933** trip. Untuk **tahun 2013** besarnya tingkat pemanfaatan sebesar **80,03** % dengan demikian produksi masih dapat ditingkatkan, dengan tingkat pengupayaan **69,77** % menunjukkan tingkat pengupayaan yang belum optimal dan masih dapat ditingkatkan.

6.2 Saran

1. Dalam menerapkan model produksi surplus di suatu perairan, tidak hanya langsung menggunakan satu model tertentu saja, tetapi menggunakan beberapa model yang dipilih berdasarkan kriteria statistika. Kriteria tersebut antara lain : kesesuaian tanda, nilai koefisien determinasi (R^2). Nilai validasi. Dan signifikansi koefisien regresi.
2. Tingkat pemanfaatan ikan tongkol di perairan Bolaang-Mongondow Utara ada indikasi terjadi *overfishing* (tangkap-lebih), disarankan secepatnya dilakukan pengawasan oleh pihak berkompeten. Terutama melakukan efisiensi terhadap upaya tangkap. Perikanan tongkol di perairan Bolaang-Mongondow Selatan dan Bolaang-Mongondow Timur, masih dapat ditingkatkan baik tingkat pemanfaatan maupun upaya tangkapnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Boer, M., dan K.A. Azis. 1995. Prinsip-prinsip Dasar Pengelolaan Sumberdaya Perikanan Melalui Pendekatan Bio-Ekonomi. *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan* III(2):109-119.
- Coppola G., and S. Pascoe. 1996. A Surplus Production Model with a non-linear Catch-Effort Relationship. (Research Paper 105) Center for the Economics and Management of Aquatic Resources University of Portsmouth.
- [DKP] Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Sulawesi Utara. 2012. Statistik Perikanan Tangkap Provinsi Sulawesi Utara Tahun 2011.
- Fauzi, A., dan S. Anna. 2005. *Pemodelan Sumberdaya Perikanan dan Kelautan untuk Analisis Kebijakan*. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Fox, W.W. 1970. An Exponential Surplus Yield Model for Optimizing Exploited Fish Population. *Trans. Am. Fish Soc.* 99(1):80-88.
- Gulland, J.A. 1983. Fishing and Stock of Fish at Iceland. *Mui. Agric. Fish Food, Invest.* (Ser.2) 23(4): 52 – 70.
- Kekenusa, J.S. 2006. *Pemodelan Hasil Tangkapan dan Evaluasi Model Produksi Surplus Ikan Cakalang yang Tertangkap di Perairan Sekitar Bitung Provinsi Sulawesi Utara*. Disertasi (Tidak Dipublikasikan). Program Pascasarjana Universitas Airlangga. Surabaya. 140 hal.
- Kekenusa, J.S. 2007. Analisis Bio-ekonomi Ikan Cakalang yang Tertangkap di Perairan Sekitar Bitung Provinsi Sulawesi Utara. *Pacific Journal* Vol.2 No.1 :71-76.
- Kekenusa, J.S., V.N.R. Watung, Dj. Hatidja, dan A.J. Rindengan. 2008. Penentuan Status Pemanfaatan dan Skenario Pengelolaan Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) yang Tertangkap di Perairan Sulawesi Utara. Laporan Penelitian Hibah Bersaing.
- Kekenusa, J.S., V.N.R. Watung, dan Dj. Hatidja. 2009. Penentuan Status Pemanfaatan dan Skenario Pengelolaan Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) yang Tertangkap di Perairan Sangihe-Talaud. Laporan Kegiatan Penelitian Strategis Nasional Tahun 2009.
- Meyer, W.J. 1987. *Concepts of Mathematical Modelling*. McGraw-Hill Inc. New York. 439p.
- Monintja, D. R., dan R. Yusfiandayani. 1999. Teknologi Penangkapan Ikan Cakalang dan Tuna. *Laboratorium Teknologi Penangkapan Ikan, FPIK-IPB*. Bogor. 27 hal.
- Monintja, D. R., dan R. Yusfiandayani. 2001. Pemanfaatan Sumberdaya Pesisir Dalam Bidang Perikanan Tangkap. *Prosiding Pelatihan Pengelolaan Wilayah Pesisir Terpadu*. IPB, Bogor.
- Purwanto. 1988. *Bio-Ekonomi Penangkapan Ikan : Model Statik*. Oseana. Vol. XIII No. 2. Departemen Pertanian, Jakarta.
- Schnute, J. 1977. Improved Estimates from the Schaefer Production Models : Theoretical Considerations : *J. Fish. Res. Board Can.*, 34:583-663.

- Sparre , P. and S.C. Venema. 1999. *Introduksi Pengkajian Stok Ikan Tropis. Buku 1 Manual.* (Terjemahan J. Widodo. I.G.S. Merta, S. Nurhakim, dan M. Badrudin). Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (Kerjasama dengan Organisasi Pangan dan Pertanian Perserikatan Bangsa-bangsa). Jakarta. 438 hal.
- Sularso, A. 2005. *Alternatif Pengelolaan Perikanan Udang di Laut Arafura.* Disertasi (Tidak Dipublikasikan). Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor. 130 hal.
- Tinungki, G. M. 2005. *Evaluasi Model Produksi Surplus dalam Menduga Hasil Tangkapan Maksimum Lestari untuk Menunjang Pengelolaan Perikanan Lemuru Di Selat Bali.* Disertasi (Tidak Dipublikasikan). Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor. 207 hal.
- Uktolseja, J.C.B. 1997. *Laporan Penelitian Indeks Kelimpahan Ikan Tuna dan Cakalang di Sekitar Rumpon (Tidak Diterbitkan).* Balai Penelitian Perikanan Laut, Jakarta. 29 hal.
- Widodo, J. 1987. *Modified Surplus Production Methods of Gulland (1961), and Schnute (1977).* A Serial Seminars Published by Oceana XII(2):119-130.
- Zar, J.H. 1984. *Biostatistical Analysis.* Prentice-Hall, New Jersey.

Lampiran-Lampiran

Lampiran 1. Hasil Analisis Regresi Model Produksi Surplus Ikan tongkol di Perairan Bolaang-Mongondow Utara

1.1 Model Schaefer

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.857 ^a	.734	.701	.1224453

a. Predictors: (Constant), Et

ANOVA^a

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	.331	1	.331	22.058	.002 ^b
Residual	.120	8	.015		
Total	.451	9			

a. Dependent Variable: Ct_per_Et

b. Predictors: (Constant), Et

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1.929	.179		10.757	.000
	Et	-.002	.000	-.857	-4.697	.002

a. Dependent Variable: Ct_per_Et

1.2 Model Fox

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.855 ^a	.731	.697	.0970864

a. Predictors: (Constant), Et

ANOVA^a

Model	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	.205	1	.205	21.748	.002 ^b
Residual	.075	8	.009		
Total	.280	9			

a. Dependent Variable: Ln_CtperEt

b. Predictors: (Constant), Et

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	.733	.142		5.157	.001
	Et	-.001	.000	-.855	-4.663	.002

a. Dependent Variable: Ln_CtperEt

1.3 Model Schnute

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.676 ^a	.457	.276	.1253970

a. Predictors: (Constant), EttambahsatutambatEtperdua, UttambahsatutambahUtperdua

ANOVA^a

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	.079	2	.040	2.522	.160 ^b
Residual	.094	6	.016		
Total	.174	8			

a. Dependent Variable: LnUttambahsatuperUt

b. Predictors: (Constant), EttambahsatutambatEtperdua, UttambahsatutambahUtperdua

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	.055	1.130		.049	.963
	UttambahsatutambahUtperdua	-.337	.597	-.369	-.564	.593
	EttambahsatutambatEtperdua	.001	.001	.326	.498	.636

a. Dependent Variable: LnUttambahsatuperUt

1.4 Model Walter-Hilborn

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.912 ^a	.831	.775	.0498222

a. Predictors: (Constant), Et, Ct_per_Et

ANOVA^a

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	.073	2	.037	14.766	.005 ^b
Residual	.015	6	.002		
Total	.088	8			

a. Dependent Variable: UttambahsatuperUtkurangsatu

b. Predictors: (Constant), Et, Ct_per_Et

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1.009	.329		3.070	.022
	Ct_per_Et	-.651	.161	-1.468	-4.047	.007
	Et	-.001	.000	-.693	-1.911	.105

a. Dependent Variable: UttambahsatuperUtkurangsatu

1.5 Model CYP

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.681 ^a	.464	.285	.0831340

a. Predictors: (Constant), EttambahEttambahsatu, Ln_CtperEt

ANOVA^a

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	.036	2	.018	2.597	.154 ^b
Residual	.041	6	.007		
Total	.077	8			

a. Dependent Variable: LnUttambahsatu

b. Predictors: (Constant), EttambahEttambahsatu, Ln_CtperEt

Coefficients^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	.325	.348		.932	.387
1 Ln_CtperEt	.074	.321	.141	.232	.824
EttambahEttambahsatu	.000	.000	-.554	-.909	.399

a. Dependent Variable: LnUttambahsatu

1.6 . Validasi Model Produksi Surplus Ikan Tongkol di perairan BolMut

Years	C _t (tons)	E _t (trips)	Validation: $Abs(\frac{C_t - \hat{C}_t}{C_t})$				
			Schaefer	Fox	Schnute	Walter-Hilborn	CYP
2008	401.0	240	.0197	.0201	.9944	1.0008	.9995
2009	391.0	300	.0178	.1830	.9909	1.0004	.9998
2010	457.0	480	.1265	.3527	.9910	1.0002	.9999
2011	400.9	400	.1412	.3920	.9897	1.0001	.9999
2012	541.6	484	.1319	.1463	.9912	1.0004	1.0000
2013	531.0	528	.1212	.2206	.9906	1.0003	1.0000
2014	524.7	527	.0125	.2341	.9909	1.0003	1.0000
2015	471.0	480	.0934	.3125	.9899	1.0002	1.0000
2016	509.0	525	.2219	.2699	.9900	1.0003	1.0000
2017	586.0	550	.0197	.1270		1.0004	
Mean	481.320	451.400	0.1019	0.2258	0.9909	1.0003	0.9999

1. Schaefer Model : $\hat{C}_t = 1.929E_t - 0,002E_t^2$

2. Fox Model : $\hat{C}_t = E_t \cdot e^{(0,733-0,001E_t)}$

3. Schnute Model : $\hat{Y} = a - bX_1 - cX_2 = 0.055 - 0.337X_1 + 0,001X_2$

$$r = a = 0.055 \quad q = c = 0,01 \quad b = \frac{r}{Kq} = 0.337$$

$$K = \frac{r}{bq} = \frac{0.055}{(0.337)(0.01)} = 16.3204$$

$$\hat{C}_t = KqE_t - \frac{Kq^2}{r}E_t^2 = 0.1632 E_t - 0.0297 E_t^2$$

4. Walter – Hilborn Model :

$$\hat{Y} = a - bX_1 - cX_2 = 1.009 - 0.651X_1 - 0.001X_2$$

$$r = a = 1.009 \quad q = c = 0.001 \quad b = \frac{r}{Kq} = 0.651$$

$$K = \frac{r}{bq} = \frac{1.009}{(0.651)(0.001)} = 1549.9232$$

$$\hat{C}_t = KqE_t - \frac{Kq^2}{r}E_t^2 = 1.5499 E_t - 0.001636 E_t^2$$

5. CYP Model : $\hat{Y} = a + bX_1 - cX_2 = 0.325 + 0.074X_1 - 0.000320X_2$

$$r = \frac{2(1-b)}{1+b} = \frac{2(1-0.074)}{1+0.074} = 1.7244 \quad q = -c(2-r) = 0.000320(2-1.7244) = 0.00008819$$

$$Q = \frac{a(2+r)}{2r} = \frac{0.325(2+1.7244)}{2(1.7244)} = 0.3509$$

$$K = \frac{e^Q}{q} = \frac{e^{0.3509}}{0.00008819} = 161.0500$$

$$\hat{C}_t = KqE_t - \frac{Kq^2}{r}E_t^2 = 0.0142 E_t - 0.000000726 E_t^2$$

**Lampiran 2. Hasil analisis regresi Model Produksi Surplus Ikan Tongkol
Untuk Perairan BolSel dan BolTim**

2.1 Model Schaefer

ANOVA^a

Model	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Model Summary					
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Coefficients^a
1	.851 ^a	.723	.684	.0896715	

**2.2
Mod
el
Fox**

a. Predictors: (Constant), Et

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1.865	.180		10.385	.000
	Et	-.001	.000	-.867	-4.597	.002

a. Dependent Variable: CtperEt

ANOVA^a

Model	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.	
1	Regression	.147	1	.147	18.315	.004 ^b
	Residual	.056	7	.008		
	Total	.204	8			

a. Dependent Variable: LnCtperEt

b. Predictors: (Constant), Et

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	.817	.184		4.428	.003
	Et	-.001	.000	-.851	-4.280	.004

a. Dependent Variable: LnCtperEt

2.3 Model Schnute

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.554 ^a	.306	.029	.0763134

a. Predictors: (Constant), EttambahsatutambahEtbagidua,
UttambahsatutambahUtbagidua

ANOVA^a

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	.963	.857		1.123	.312
	UttambahsatutambahUtbagidua	-.413	.433	-.820	-.955	.384
	EttambahsatutambahEtbagidua	-.001	.001	-1.164	-1.354	.234

a. Dependent Variable: LnUttambahsatuperUt

		Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.013	2	.006	1.104	.401 ^b
	Residual	.029	5	.006		
	Total	.042	7			

a. Dependent Variable: LnUttambahsatuperUt

b. Predictors: (Constant), EttambahsatutambahEtbagidua, UttambahsatutambahUtbagidua

2.4 Model Walter-Hilborn

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.797 ^a	.635	.488	.0494151

a. Predictors: (Constant), Et, CtperEt

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.021	2	.011	4.340	.081 ^b
	Residual	.012	5	.002		
	Total	.033	7			

a. Dependent Variable: UttambahsatubagiUtkurangsatu

b. Predictors: (Constant), Et, CtperEt

Coefficients^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		

	(Constant)	1.206	.454		2.654	.045
1	CtperEt	-.599	.246	-1.291	-2.435	.059
	Et	-.001	.000	-1.559	-2.941	.032

a. Dependent Variable: UttambahsatubagiUtkurangsatu

2.5 Model CYP

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.968 ^a	.937	.912	.0492804

a. Predictors: (Constant), EttambahEttambahsatu, LnCtperEt

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.180	2	.090	37.108	.001 ^b
	Residual	.012	5	.002		
	Total	.192	7			

a. Dependent Variable: LnUttambahsatu

b. Predictors: (Constant), EttambahEttambahsatu, LnCtperEt

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1.673	.208		8.040	.000
	LnCtperEt	.441	.218	.378	2.028	.098
	EttambahEttambahsatu	-.001	.000	-.639	-3.426	.019

a. Dependent Variable: LnUttambahsatu

2.6. Validasi Model Produksi Surplus Ikan Tongkol di perairan BolSel dan BolTim

Tahun	C _t (ton)	E _t (trip)	Validation: $Abs(\frac{C_t - \hat{C}_t}{C_t})$				
			Schaefer	Fox	Schnute	Walter-Hilborn	CYP
2009	504.5	424	.2111	.2450	.0973	.0967	4.5326
2010	562.3	451	.1341	.1565	.0052	.0105	3.5978
2011	637.4	517	.0934	.0949	.1235	.0675	1.9634
2012	691.7	604	.1011	.0805	.2403	.1230	.2028
2013	695.9	651	.1357	.1044	.2925	.1339	1.5309
2014	611.7	662	.3019	.2637	.2103	.0179	1.9892
2015	650.5	671	.2316	.1937	.2698	.0794	2.2352
2016	582.6	682	.3848	.3398	.2025	.0232	2.8074

2017	564.8	688	.4337	.3859	.1878	.0525	3.1110
Ratarata	611,267	594	0,2253	0,2071	0,1810	0,0672	2,4411

1. Schaefer Model : $\hat{C}_t = 1.865E_t - 0,001E_t^2$

2. Fox Model : $\hat{C}_t = E_t \cdot e^{(0.817 - 0,001 E_t)}$

3. Schnute Model : $\hat{Y} = a - bX_1 - cX_2 = 0.963 - 0.413X_1 + 0,001X_2$

$$r = a = 0.963 \quad q = c = 0,001 \quad b = \frac{r}{Kq} = 0.413$$

$$K = \frac{r}{bq} = \frac{0.963}{(0.413)(0.001)} = 2331,719$$

$$\hat{C}_t = KqE_t - \frac{Kq^2}{r}E_t^2 = 2,3317 E_t - 0.00242 E_t^2$$

4. Walter – Hilborn Model :

$$\hat{Y} = a - bX_1 - cX_2 = 1,206 - 0.599X_1 - 0,001X_2$$

$$r = a = 1,206 \quad q = c = 0.001 \quad b = \frac{r}{Kq} = 0.599$$

$$K = \frac{r}{bq} = \frac{1,206}{(0.599)(0,001)} = 2013,356$$

$$\hat{C}_t = KqE_t - \frac{Kq^2}{r}E_t^2 = 2,013 E_t - 0.00167 E_t^2$$

5. CYP Model : $\hat{Y} = a + bX_1 - cX_2 = 1,673 + 0.441X_1 - 0.001X_2$

$$r = \frac{2(1-b)}{1+b} = \frac{2(1-0.441)}{1+0.441} = 0,7759 \quad q = -c(2-r) = 0.001(2-0,7759) = 0,001224$$

$$Q = \frac{a(2+r)}{2r} = \frac{1,673(2+0,7759)}{2(0,7759)} = 2,9927$$

$$K = \frac{e^Q}{q} = \frac{e^{2,9927}}{0,001224} = 16290,397$$

$$\hat{C}_t = KqE_t - \frac{Kq^2}{r}E_t^2 = 19,939 E_t - 0,0315 E_t^2$$

Lampiran 3. Biodata Peneliti

Lampiran 3.1 Biodata Ketua Peneliti

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Prof Dr Ir JOHN SOCRATES KEKENUSA, MS
2	Jenis Kelamin	L
3	Jabatan Fungsional	Guru Besar
4	NIP	19580824 198303 1 005
5	NIDN	0024085805
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Tahuna, 24 Agustus 1958
7	E-mail	johnskekenusa@yahoo.com
8	Nomor Telepon/HP	+62816524570
9	Alamat Kantor	Jurusan Matematika FMIPA UNSRAT Jl. Kampus Unsrat, Manado. 95115
10	Nomor Telepon/Faks	0431-827924 / 0431-853715
11	Lulusan yang Telah Dihasilkan	S-1= 100orang; S-2= 25 orang; S-3= 0 orang
12	Mata kuliah yang Diampu	1. Pemodelan Matematika 2. Perancangan Percobaan 3. Metode Sampling 4. Statistika dasar 5. Statistika Bisnis 6. Statistika Non Parametrik

B. Riwayat Pendidikan

Program	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	Universitas Sam Ratulangi	Institut Pertanian Bogor	Universitas Airlangga
Bidang Ilmu	Perikanan	Statistika Terapan	MIPA/Statistika
Tahun Masuk-Lulus	1976 – 1982	1985 – 1988	2003 – 2006
Judul Skripsi/ Tesis/Disertasi	Pembenihan Ikan Di BBI Langowan Kabupaten Minahasa	Model Pertumbuhan Ikan Nila	Pemodelan Hasil Tangkapan dan Evaluasi Model Produksi Surplus Ikan Cakalang Yang Tertangkap di Perairan Sekitar Bitung Provinsi Sulawesi Utara
Nama Pembimbing/ Promotor	Ir. Gybert E. Mamuaya V. Malingkas	Dr.Ir. Sjarkani Musa Dr. Ir. Siswadi, MSc Ir. K.A. Azis, M.Sc	Prof Dr Susanti Linuwih, M.Stat Prof Dr Ir Daniel Monintja Prof Dr H. Sarmanu, drh

**C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir
(Bukan Skripsi, Tesismaupun Disertasi)**

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah (JutaRp)
1	2009	Penentuan Status Pemanfaatan dan Skenario Pengelolaan Ikan Cakalang (<i>Katsuwonus pelamis</i>) Yang Tertangkap Di Perairan Sangihe-Talaud; John S. Kekenusa, Victor Watung, Djoni Hatidja	DIPA UNSRAT 2009	70
2	2008	Penentuan Status Pemanfaatan dan Skenario Pengelolaan Ikan Cakalang (<i>Katsuwonus pelamis</i>) Yang Tertangkap Di Perairan Sulawesi Utara; John S. Kekenusa, Victor Watung, Djoni Hatidja	Hibah Bersaing 2008	40

**D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir
(Bukan Skripsi, Tesismaupun Disertasi)**

No	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah (JutaRp)
1	2011	Pengayaan Materi Matematika untuk Persiapan Ujian Akhir Nasional dan Sosialisasi PS Matematika Bagi Murid SMA Kristen YPKM Manado	Swadana	5
2	2011	Pembuatan Website Gereja GMIM “Bukit Moria Rike” Manado	Swadana	5
3	2010	Pelatihan Tenaga Laboran IPA di SMA Rex-Mundi Manado	SMA Rex-Mundi	-
4	2010	Pelatihan Peningkatan Kompetensi Guru-guru SD dan SMP Kelas Akselerasi Bidang Matematika	Direktorat PLB	25
5	2009	Pelatihan Peningkatan kompetensi Guru-guru SD dan SMP Kelas Akselerasi bidang Matematika	Direktorat PLB	25

E. Publikasi Artikel Ilmiah di Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/Nomor/Tahun
1	2015	Determination of the Status of Utilization and Management Scenarios Bonito (<i>Auxis rochei</i>) Caught in the Talaud Waters North Sulawesi	Sci J. of Applied Mathematics and Statistics ISSN : 2376-9491 (Print) dan ISSN : 2376-	Vol 3(2):39-46

			9513 (Online)	
2	2014	Penentuan Status Pemanfaatan dan Skenario Pengelolaan Ikan Tongkol (<i>Auxis rochei</i>) yang Tertangkap di Perairan Siau-Tagulandang-Biaro (SITARO) Sulawesi Utara	Jurnal Ilmiah Sains ISSN : 1412-3770	Vol 14 No 2 Oktober 2014
3	2012	Analisis Jalur Faktor-Faktor Penyebab Kriminalitas di Kota Manado. Christian Y. Lumenta, John S. Kekenusa, Djoni Hatidja	Jurnal Ilmiah Sains ISSN:1412-3770	Vol. 12 No. 2, Oktober 2012
4	2012	Analisis Penentuan Musim Penangkapan Ikan Cakalang di Perairan Manado Sulawesi Utara. John S. Kekenusa, Victor N.R. Watung, Djoni Hatidja	Jurnal Ilmiah Sains ISSN:1412-3770	Vol. 12 No. 2, Oktober 2012
5	2009	Analisis Bio-Ekonomi Ikan Cakalang Yang Tertangkap di Perairan Sangihe-Talud Sulawesi Utara	Jurnal Ilmiah Sains ISSN:1412-3770	Vol. 9 No. 2 Oktober 2009
6	2008	Evaluasi Model Produksi Surplus Ikan Cakalang Yang Tertangkap Di Perairan Sekitar Bitung, Sulawesi Utara	Jurnal Sains dan Teknologi "SIGMA" ISSN: 1410-5888	Vol. 11 No. 1 Januari 2008
7	2007	Penerapan Analisis Spline dalam Pemodelan Hasil Tangkapan Ikan Cakalang (<i>Spline Analysis Implementation in Skipjack Catching Model</i>).	Jurnal Mat Stat ISSN: 1412-1220 (Jurnal Terakreditasi Nasional)	Vol. 7 No. 2, Januari 2007

F. Pemakalah Seminar Ilmiah (*Oral Presentation*) dalam 5 Tahun Terakhir

No	Nama Pertemuan Ilmiah	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1	Seminar Nasional MIPA-net	Penentuan Status Pemanfaatan dan Skenario Pengelolaan Ikan Tongkol (<i>Auxis rochei</i>) Di Perairan Sangihe, Sulawesi Utara	UI Depok 3 Desember 2014
2	Training On Data Analysis Using SPSS Software	Data Analysis Using SPSS	17- 18 Maret 2010, Univ. Khairun Ternate
3	Colloquium	Application of Spline Analysis in Skipjack Cathing Model	April 2008, Manado

G. Karya Buku dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
1.	Statistika	2012	139	PPLH – SDA UNSRAT PRESS

H. Perolehan HKI dalam 10 Tahun Terakhir : -----

I Pengalaman Merumuskan Kebijakan Publik/Rekayasa Sosial Lainnya dalam 10 Tahun Terakhir : -----

J. Penghargaan dalam 10 tahun Terakhir (dari pemerintah, asosiasi atau Institusi lainnya)

No	Jenis Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun
1	Satyalancana Karya Satya 30 Tahun	Presiden R. I.	2014
2	Satyalancana Karya Satya 20 Tahun	Presiden R. I.	2006

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikianlah biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Hibah Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi.

Manado, 14 Noveember 2018

Ketua Peneliti,

Prof Dr Ir John Socrates Kekenusa, MS
NIP : 19580824 198303 1 005

Lampiran 3.2 Biodata Anggota Peneliti 1.

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Dr. SENDY B. RONDONUWU, MSi
2	Jenis Kelamin	Perempuan
3	Jabatan Fungsional	Lektor Kepala
4	NIP	196405302000032001
5	NIDN	0030056403
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Manado, 30 Mei 1964
7	E-mail	rondonuwu64@yahoo.com
8	Nomor Telepon/Hp	+62811431264
9	Alamat kantor	Jln. Kampus Unsrat Bahu – Manado, 95115.
10	Nomor Telepon/faks	-
11	Lulusan yang Telah Dihasilkan	S1= 10 orang
12	Mata Kuliah yang Diampu	1.Mikrobiologi
		2.Ekologi
		3. Ilmu Lingkungan
		4.Pengantar Amdal
		5. Biogeografi
		6.BioKonservasi
		7.Ekotoksikologi
		8.Ekologi Tumbuhan

B. Riwayat Pendidikan

	S1	S2	S3
Nama Perguruan Tinggi	IKIP Manado	IPB	IPB
Bidang Ilmu	Biologi	Ilmu Tanaman	Lingkungan
Tahun Masuk-Lulus	1982-1987	1992-1995	2006-2012
Nama Pembimbing/Promotor	Drs. S. Lumape	Dr. F. Rumawas	Dr. Andreas Santosa

C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp)
1	2011	Bioremediasi Limbah Merkuri Menggunakan Bakteri	DIKTI	38.000.000,00
2	2012	Bioremediasi Limbah Merkuri Menggunakan Bioreaktor	DIKTI	40.000.000,00
3	2013	Karakteristik Bakteri Pereduksi Merkuri	DIKTI	50.000,000,00

C. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp)

D. Publikasi Artikel Ilmiah Dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/ Nomor/Tahun
1	Determination of the Status of Utilization and Management Scenarios Bonito (<i>Auxis rochei</i>) Caught in the Talaud Waters North Sulawesi (Anggota)	Sci J. of Applied Mathematics and Statistics ISSN : 2376-9491 (Print) dan ISSN : 2376-9513 (Online)	Vol 3(2):39-46 2015
2	Penentuan Status Pemanfaatan dan Skenario Pengelolaan Ikan Tongkol (<i>Auxis rochei</i>) yang Tertangkap di Perairan Siau-Tagulandang-Biaro (SITARO) Sulawesi Utara (Anggota)	Jurnal Ilmiah Sains ISSN : 1412-3770	Vol 14 No 2 Oktober 2014
3	Uji Aktivitas Bakteri Pereduksi Merkuri Asal PESK Talawaan-Tatelu, Kabupaten Minahasa Utara, Provinsi Sulawesi Utara	Forum Pascasarjana IPB, Bogor	35/3/2012

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi.

Manado, 14 November 2018

Anggota Peneliti 1,

Dr. Sedy B. Rondonuwu, MSi
NIP : 19640530 200003 2 001

Lampiran 3.3 Biodata Anggota Peneliti 2.

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Marline Sofiana Paendong, S.Si.,M.Si
2	Jenis Kelamin	P
3	Jabatan Fungsional	Lektor
4	NIP/NIK/Identitas lainnya	197403162000032001
5	NIDN	0016037402
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Tomohon, 16 Maret 1974
7	E-mail	marline_paendong@yahoo.com
9	Nomor Telepon/HP	081244321500
10	Alamat Kantor	Jl. Kampus Unsrat, Kleak Manado
11	Nomor Telepon/Faks	0431-827924
12	Lulusan yang Telah Dihasilkan	S-1 = 25 orang; S-2 = - orang; S-3 = - orang
13.	Mata Kuliah yg Diampu	1. Pengantar Model Linier
		2. Analisis Data dan Eksplorasi
		3. Pengendalian Mutu dan Reliabilitas

B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	UGM	IPB	
Bidang Ilmu	Statistika	Statistika	
Tahun Masuk-Lulus	1993	2002	
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi	1999	2006	
Nama Pembimbing/Promotor	Drs.Suryo Guritno,M.Stats,Ph.D	Prof. Dr.Ir.Aunuddin, M.Sc.	

C. Pengalaman Penelitian dalam 5 Tahun Terakhir (Bukan Skripsi, Tesis, maupun Disertasi)

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber*	Jml (Juta Rp)
1	2009	Peramalan Harga Cengkeh Menggunakan Analisis Deret Waktu	DIKTI (Fundamental)	

* Tuliskan sumber pendanaan baik dari skema penelitian DIKTI maupun dari sumber lainnya.

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber*	Jml (Juta Rp)

* Tuliskan sumber pendanaan baik dari skema pengabdian kepada masyarakat DIKTI maupun dari sumber lainnya.

E. Publikasi Artikel Ilmiah Dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/Nomor/Tahun
1	Determination of the Status of Utilization and Management Scenarios Bonito (<i>Auxis rochei</i>) Caught in the Talaud Waters North Sulawesi (Anggota)	Sci J. of Applied Mathematics and Statistics ISSN : 2376-9491 (Print) dan ISSN : 2376-9513 (Online)	Vol 3(2):39-46 2015
2	Penentuan Status Pemanfaatan dan Skenario Pengelolaan Ikan Tongkol (<i>Auxis rochei</i>) yang Tertangkap di Perairan Siau-Tagulandang-Biaro (SITARO) Sulawesi Utara (Anggota)	Jurnal Ilmiah Sains ISSN : 1412-3770	Vol 14 No 2 Oktober 2014
3	Analisis Rantai Markov untuk Mengetahui Peluang Perpindahan Merek kartu Selular Pra Bayar GSM (Studi kasus Mahasiswa pertanian unsrat Manado)	Jurnal MIPA Unsrat Online	Jilid 2, terbitan 1 Tahun 2013
4	Prediksi Harga Beras Sultan dan membrano di Kota manado dengan Menggunakan Model ARIMA	Jurnal MIPA Unsrat Online	Jilid 2, terbitan 1 Tahun 2013
5	Tingkat kepuasan mahasiswa Terhadap Kualitas Pelayanan Universitas sam ratyulangi Menggunakan Analisis Faktor	Jurnal MIPA Unsrat Online	Jilid 1, terbitan 1 Tahun 2012
6	Optimisasi pembagian Tugas karyawan Menggunakan metode Hungarian	Jurnal MIPA Unsrat Online	Jilid 11, terbitan 1 Tahun 2011

F. Pemakalah Seminar Ilmiah (Oral Presentation) dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Nama Pertemuan ilmiah	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan tempat

--	--	--	--

G. Karya Buku dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit

H. Perolehan HKI dalam 5–10 Tahun Terakhir

No	Judul/Tema HKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ID

I. Pengalaman Merumuskan Kebijakan Publik/Rekayasa Sosial Lainnya dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul/Tema/Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang Telah Diterapkan	Tahun	Tempat Penerapan	Respon Masyarakat

J. Penghargaan dalam 10 tahun Terakhir (dari pemerintah, asosiasi atau institusi lainnya)

No	Jenis Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Hibah Unggulan Perguruan Tinggi.

Manado, 14 November 2018

Anggota Peneliti 2,

Marline Sofiana Paendong, S.Si.,M.Si
NIP 19740316 200003 2 001

Lampiran : Luaran

- 1. Jurnal Internasional : International Journal of ChemTech Research
Vol. 11 No.02 pp 340-354 ISSN : 0974-4290 Tahun 2018
ISSN (Online) : 2455-9555**
- 2. Buku : Judul : “Pemodelan Matematika : Model Produksi Surplus :
Data Ikan Tongkol di Perairan Bitung-Manado-BolaangMongondow
Utara. ISBN : 978-602-6529-46-6
Penerbit : CV Patra Media Grafindo – Bandung 2018**
- 3. HKI : Surat Pencatatan Ciptaan No : 000124927 tanggal 13 Novemver 2018
(Sertifikat Surat pencatatan, Terlampir)**
- 4. Sertifikat Presenter Seminar/Conference Internasional On Operation Research
2018**



Determination of the status of utilization and effort of Bonito(*Auxis rochei*) caught in the Bitung Waters North Sulawesi

John S. Kekenusa^{1*}, Sedy B. Rondonuwu², Marline S. Paendong¹

¹Department of Mathematics, Faculty of Mathematics and Natural Science, Sam Ratulangi University, Manado – Indonesia.

²Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Science, Sam Ratulangi University, Manado – Indonesia.

Abstract : Bonito (*Auxis rochei*), needs to be managed well because even as a renewable natural resource, but can undergo depletion or extinction. One of the approach in the management of fish resources is by modeling. The analysis was performed aiming to get the best estimate for the surplus production model to determine the maximum sustainable yields (MSY), utilization level, and effort level of bonito. The data of catch and fishing effort bonito collected from the Marine and Fisheries Service of the Bitung City and the North Sulawesi Province.

Best Surplus Production Model, which is used to assess the potential of bonito is *Schaefer Model*. Optimal effort (E_{MSY}) of 16,205 trips per year, with catches of optimal C_{MSY} 9,577.214 tons per year. The effort level for 2005 is 95.86%, which shows the inefficiency of effort, the utilization level of 114.46%, showing occur overfishing.

Keywords : Bonito, Surplus Production Model, Maximum Sustainable Yield, Bitung.

Introduction

Bonito (*Auxis rochei*) classified as pelagic fishery resource is important and one of the non-oil export commodity in North Sulawesi. Bonito production in North Sulawesi (including Bitung waters) in 2011 reached 30,000 tons per year, with a value of about 300 billion rupiahs^[1]. Research on bonito generally discusses the exploitation to increase production, not much research on the status of utilization (including aspects of sustainability and efficiency) resources. Catching bonito in Bitung waters has lasted long enough, with high intensity. Data on the level of utilization of the fish resources are very important, as it will determine whether the resource use is less than optimal, optimal, or excessive. Excessive utilization of fish resources would threaten its sustainability. By knowing the level of resource utilization on the bonito, is expected to be done in a planned and sustainable management.

International Journal of ChemTech Research, 2018,11(02): 340-354.

DOI= <http://dx.doi.org/10.20902/IJCTR.2018.110241>

**MODEL PRODUKSI SURPLUS
DATA IKAN TONGKOL DI PERAIRAN
BITUNG-MANADO-BOLAANG-MONGONDOW UTARA**



**Prof. Dr. Ir. John S. KEKENUSA, MS
Dr. Sendy R. Rondonuwu, M.Si
Marline S. Paendong, S.Si, M.Si**



**Penerbit
CV. PATRA MEDIA GRAFINDO
BANDUNG**

REPUBLIC INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC00201854902, 21 November 2018

Pencipta

Nama : **Prof. Dr. Ir John Socrates Kekenusa.,MS, Dr. Sedy B. Rondonuwu , M. Si. , dkk**

Alamat : Kel. Malalayang Satu Ling. X Kec. Malalayang, Manado, Sulawesi Utara, 95000

Kewarganegaraan : Indonesia

Pemegang Hak Cipta

Nama : **Prof. Dr.Ir. John Socrates Kekenusa.,MS, Dr. Sedy B. Rondonuwu, M.Si. , dkk**

Alamat : Kel. Malalayang Satu Ling. X Kec. Malalayang, Manado, Sulawesi Utara, 95000

Kewarganegaraan : Indonesia

Jenis Ciptaan : **Karya Ilmiah**

Judul Ciptaan : **PENENTUAN STATUS PEMANFAATAN DAN SKENARIO PENGELOLAAN IKAN TONGKOL DI PERAIRAN MANADO**

Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : 13 November 2018, di Manado

Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.

Nomor pencatatan : 000124927

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.
Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.



a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL

Dr. Freddy Harris, S.H., LL.M., ACCS.
NIP. 196611181994031001

Prosiding Seminar Nasional dan Rapat Tahunan MIPAnet Tahun 2017

PENGANGGUNG JAWAB

Dr. Ir. Sri Nurdiati, M.Sc (Sekretaris Jenderal MIPAnet)
Prof. Dr. Benny Pinontoan, M.Sc (Dekan FMIPA UNSRAT)

EDITOR:

1. Feky R. Mantiri, M.Sc, P.h.D
2. Djoni Hatidja, M.Si
3. Dr. Nelson Nainggolan, M.Si
4. Dr. Henry Aritonang, M.Si
5. Christie Montolalu, M.Sc

DESAIN COVER: Parluhutan Siahaan, M.Si.

TIM PENILAI MAKALAH (*REVIEWER*)

1. Prof. Dr. Win Darmanto, M.Si., Ph.D
Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga Surabaya
2. Prof. Dr. Ir. Herny Simbala, M.Si
Jurusan Biologi, FMIPA Universitas Sam Ratulangi Manado
3. Prof. Warsito, S.Si, DEA, Ph.D
Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Lampung
4. Dr, Hanny Sangian, M.Si
Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Sam Ratulangi Manado
5. Prof. Dr. Benny Pinontoan, M.Sc
Jurusan Matematika, FMIPA Universitas Sam Ratulangi Manado
6. Prof. Dr. John S. Kekenusa, MS
Jurusan Matematika, FMIPA Universitas Sam Ratulangi Manado
7. Prof. Dr. Julius Lolombulan, MS
Jurusan Matematika, Universitas Negeri Manado
8. Prof. Dr.Zulkarnain Chaidir, MS
Jurusan Kimia, FMIPA Universitas Andalas Padang
9. Prof. Dr. Ir. Julius Pontoh, M.Sc
Jurusan Kimia, FMIPA Universitas Sam Ratulangi Manado
10. Dr Teti Sutriyati Tuloli, M.Si., Apt
Jurusan Farmasi Universitas Negeri Gorontalo
11. Prof. Dr. Fatimawali, M.Si, Apt
Program Studi Farmasi, FMIPA Universitas Sam Ratulangi Manado

SEMINAR NASIONAL DAN RAPAT TAHUNAN MIPAnet TAHUN 2017

DAFTAR ISI PROSIDING

BIDANG MATEMATIKA:

- | | | |
|---|---|---------|
| 1 | Sistem Antrian Pasien Pada Dokter Berbasis Web Menggunakan Sms Gateway
<u>Angel Corputty,</u>
<u>Thomas Ch. Suwanto, dan</u>
<u>Rinaldi Munir</u> | 1 – 10 |
| 2 | Aplikasi Analisis Sentimen Cuitan di Twitter Menggunakan Algoritma Boyer Moore

<u>Angreanus Lukas,</u>
<u>Rinaldi Munir, dan</u>
<u>Debby Paseru</u> | 11 – 20 |
| 3 | Magnetohidrodinamika Fluida Mikroktub Yang Mengalir Melalui Bola Pejal di Bawah Pengaruh Medan Magnet

<u>Basuki Widodo,</u>
<u>Dieky Adzkiya, dan</u>
<u>Rizky Verdyanto Pratomo</u> | 21 – 26 |
| 4 | Sistem Pendukung Keputusan Pemberian Pinjaman Menggunakan Fuzzy Simple Additive Weighting

<u>Dony M. Sihotang,</u>
<u>Lorenzo B. Kanuru</u> | 27 – 36 |
| 5 | Aplikasi Fuzzy C-Means Sebagai Tool Pengambil Kebijakan dalam Upaya Menurunkan Tingkat Pengangguran di Provinsi Maluku

<u>Dorteus L. Rahakbauw, dan</u>
<u>Mozart W. Talakua</u> | 37 – 46 |
| 6 | Model Trinomial pada Penentuan Harga Opsi Saham Karyawan
<u>Emlri Rahmi</u> | 47 – 54 |
| 7 | Pemodelan Pengeluaran Per Kapita di Provinsi Bengkulu Menggunakan Small Area Estimation dengan Pendekatan Regresi Penalized Spline
<u>Idhia Sriliana,</u>
<u>Etis Sunandi, dan</u>
<u>Ulfasari Rafflesia</u> | 55 – 62 |

- 8 Perbandingan Penggunaan Jeffrey's Prior dan Cauchy Prior untuk Mengatasi Pemisahan dalam Model Regresi Logistik Biner pada Kasus Pemberian Bantuan Kredit Petani Rumput Laut di Kabupaten Kupang
Evellin Dewi Susiana 63 – 70
- 9 Hubungan Pengalaman Mengajar dan Partisipasi Guru dalam MGMP dengan Kompetensi Profesional Guru Matematika SMP Provinsi Maluku Utara
Evi Hulukati,
Bakri La Hasan, dan
Siti Zakiyah 71 – 80
- 10 Analisis Kemampuan Representasi Matematis dan Self Efficacy Siswa SMP Dalam Penerapan Open-Ended
Hanifah Nurus Sopiany, dan
Shelvy Vidia Puspa Dewi 81 – 92
- 11 Modifikasi Sistem Predator-Prey: Dinamika Model Leslie-Gower Dengan Daya Dukung Yang Tumbuh Logistik
Hasan S. Panigoro, dan
Emli Rahmi 93 – 102
- 12 Pengaruh Pemanenan Terhadap Model Verhulst Dengan Efek Allee
Emli Rahmi, dan
Hasan S. Panigoro 103 – 110
- 13 Rekonstruksi Struktur Penalaran Matematis Mahasiswa Melalui Pemecahan Masalah Matematika
Hery Suharna,
In Hi. Abdullah, dan
Ardiana 111 – 124
- 14 Pemahaman Literasi Matematis Siswa dalam Menyelesaikan Masalah Yang Berkaitan Dengan Materi Bangun Ruang
Indrie Noor Aini 125 – 130
- 15 Penentuan Status Pemanfaatan dan Skenario Pengelolaan Ikan Tongkol (*Auxis Rochei*) di Perairan Manado - Sulawesi Utara**
John S. Kekenusa,
Sendy B. Rondonuwu, dan
Marline S. Paendong **131 – 146**
- 16 Analisis Deskripsi Faktor- Faktor yang Mempengaruhi Kasus Gizi Buruk pada Balita di Sumba Timur NTT
Keristina Br. Ginting,
Rapmaida M. Pangaribuan, dan
Meksianis Z. Ndi 147 – 160
- 17 Pemahaman Matematis Siswa dalam Penyelesaian Masalah yang Berkaitan dengan Konsep Kecepatan
Kiki Nia Sania Effendi 161 – 169

18	Teori Himpunan Lunak dan Beberapa Operasinya	<u>Muhammad Abdy</u>	169 – 174
19	Aplikasi Bursa Rental Lapangan Futsal Berbasis Android	<u>Michael George</u> <u>Sumampouw</u>	175 – 182
20	Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Pada Hewan Ternak Menggunakan Certainty Factor Berbasis Web	<u>Ni Made Herlinawati.</u> <u>Immanuela P. Saputro.</u> <u>Rinaldo Turang</u>	183 – 192
21	Aplikasi Analisis Gerombol dan Visualisasi Multidimensional Gempa Bumi Provinsi Bengkulu dan Sekitarnya	<u>Fachri Faisal.</u> <u>Pepi Novianti.</u> <u>Jose Rizal</u>	193 – 202
22	Pendekatan Creative Problem Solving (CPS) Problem Solving (PS) dan Direct Instruction (DI) Terhadap Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Mahasiswa Calon Guru	<u>Rika Mulyati Mustika</u> <u>Sari</u>	203 – 212
23	Pengaruh Strategi Vaksinasi Kontinu pada Model Epidemik SVRIS	<u>Tonaas Kabul Wangkok</u> <u>Yohanis Marentek</u>	213 – 222
24	Model Means-Ends-Analysis yang Dimodifikasi dengan Disertai Didactical Enginnering untuk Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa SMP	<u>Wahid Umar</u>	223 – 236
25	Identification Of Manado's Pilwako As The Candidate Mayor Territory Political Power In 2015 Using EM Algorithm With Model Based Selection	<u>Winsy Weku.</u> <u>Altien Rindengan</u>	237 – 246
26	Kajian Penerapan Model Pembelajaran Student Facilitator And Explaining Dan Group Investigation Dalam Pembelajaran Matematika Sistim Persamaan Linear Dua Peubah(Suatu Penelitian di SMP Negeri 4 Tondano)	<u>Vivian Eleonora Regar</u>	247 – 254

PENENTUAN STATUS PEMANFAATAN DAN SKENARIO PENGELOLAAN IKAN TONGKOL (*Auxis rochei*) DI PERAIRAN MANADO - SULAWESI UTARA

JOHN S. KEKENUSA¹, SENDY B. RONDONUWU², MARLINE S. PAENDONG³

¹Universitas Sam Ratulangi Manado

²Universitas Sam Ratulangi Manado

³Universitas Sam Ratulangi Manado

Abstrak

Ikan tongkol (*Auxis rochei*), perlu dikelola dengan baik karena walaupun sebagai sumberdaya alam terbarukan, namun dapat mengalami deplesi ataupun kepunahan. Salah satu pendekatan dalam pengelolaan sumberdaya ikan ialah dengan pemodelan. Analisis dilakukan bertujuan untuk mendapatkan penduga terbaik untuk model produksi surplus guna mengetahui tangkapan maksimum lestari (MSY), tingkat pemanfaatan, dan pengupayaan ikan tongkol.

Data hasil tangkapan dan upaya tangkap ikan tongkol dikumpulkan dari Dinas Pertanian Kelautan dan Perikanan Kota Manado, serta Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Sulawesi Utara.

Model Produksi Surplus terbaik, yang digunakan untuk menilai potensi ikan tongkol di Perairan Manado ialah model Schaefer. Upaya optimal (EMSY) sebesar 3.558 trip per tahun, dengan hasil tangkapan optimal CMSY sebesar 932,156 ton per tahun. Tingkat pengupayaan mulai tahun 1999 sudah melebihi tingkat upaya optimum, yang menunjukkan ketidakefisienan usaha. Untuk tahun 2005 dengan tingkat pemanfaatan sebesar 105,487 %, menunjukkan terjadi tangkap-lebih (overfishing).

Kata Kunci: *Ikan tongkol, Model Produksi Surplus, Tangkapan Maksimum Lestari, Manado*

SERTIFIKAT PRESENTER SEMINAR/KONFERENS INTERNASIONAL

 **Certificate** 

is awarded to
John S. Kekenusa
as

PRESENTER

The 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON OPERATIONS RESEARCH 2018
Theme: *Optimal Decisions for Marine Tourism*
Which was Held at Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sam Ratulangi University - Manado
20-21 September 2018

President of IORA

Prof. Dr. H. Sudrajat Supian, M.Sc.

Dean of Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sam Ratulangi University

Prof. Dr. Benny Pinontoan, M.Sc.

Chairman of The Committee

Dr. Nelson Naingolan, M.Si.

