

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PENGKAJIAN STOK DAN PENGELOLAAN IKAN LAYANG BENGGOL (*Decapterus russelli*) DI LAUT NATUNA DAN LAUT CINA SELATAN

ASEP PRIATNA



**PROGRAM STUDI PENGELOLAAN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University

PERNYATAAN MENGENAI DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi dengan judul “Pengkajian Stok dan Pengelolaan Ikan Layang Benggol (*Decapterus russelli*) di Laut Natuna dan Laut Cina Selatan” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir disertasi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2025

Asep Priatna
NIM C261190031



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

RINGKASAN

ASEP PRIATNA. Pengkajian Stok dan Pengelolaan Ikan Layang Benggol (*Decapterus russelli*) di Laut Natuna dan Laut Cina Selatan. Dibimbing oleh MENNOFATRIA BOER, RAHMAT KURNIA, dan YONVITNER

Produksi sumber daya ikan pelagis kecil di Wilayah Pengelolaan Perikanan 711, sebesar 65% berasal dari Laut Natuna dan Laut Cina Selatan (LCS) dan 35% dari Selat Karimata, sebagian besar adalah hasil tangkapan pukat cincin. Hasil tangkapan pukat cincin di Laut Natuna-LCS didominasi oleh ikan layang benggol (*Decapterus russelli*), selar bentong (*Selar crumenophthalmus*), dan layang deles (*Decapterus macrosoma*), dengan prosentase 44,5%, 27,9%, dan 17,7%. Penelitian-penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa tingkat eksploitasi tinggi telah berlangsung sejak lama, dimana status stok jenis-jenis pelagis kecil termasuk layang benggol berada pada kondisi tidak sehat. Tingkat penangkapan semakin sulit dikontrol dengan aksi *illegal fishing*.

Dominasi kelimpahan stok layang benggol menjadikannya sebagai spesies indikator sekaligus representasi bagi perikanan pelagis kecil di Laut Natuna-LCS. Posisi penting secara ekologi dan ekonomi, serta tekanan penangkapan dan kompleksitas dinamika perikanan di kawasan ini, menjadikan spesies ini prioritas untuk dikelola. Situasi *shared stock* serta sifat *transboundary species* berimplikasi terhadap kapasitas data produksi dan upaya penangkapan. Data yang tersedia tidak cukup menggambarkan kondisi sebenarnya, ada informasi yang hilang karena penangkapan oleh negara lain. Pengkajian stok berbasis data yang ada hanya akan menghasilkan estimasi potensi yang tidak valid. Pengkajian stok layang benggol berbasis data panjang menjadi metode alternatif-solutif untuk mengestimasi indikator dan status stok pada situasi perikanan pukat cincin di Laut Natuna-LCS.

Pengkajian stok bertujuan mengestimasi parameter *life history*, indikator dan status stok, serta mendapatkan opsi pengelolaan layang benggol yang kokoh, prospektif, adaptif, transparan dan realistis dibawah kondisi ketidakpastian dinamika perikanan pelagis kecil Laut Natuna-LCS. Pengumpulan data distribusi frekuensi panjang dan tingkat kematangan gonad dilakukan di PPN Pemangkat, mulai Maret 2019 sampai Agustus 2021. Data tahun 2015-2018 dari Balai Riset Perikanan Laut juga digunakan dalam penelitian ini. Total ukuran panjang individu 19.103 ekor, dan sub sampel untuk aspek biologi 4.059 ekor.

Ikan layang benggol yang tertangkap pukat cincin sebagian besar berukuran dewasa. Parameter *life history* (pertumbuhan, mortalitas alami, reproduksi), menunjukan spesies ini memiliki laju pertumbuhan moderat-cepat. Ukuran pertama tertangkap lebih besar dari ukuran pertama kali matang gonad, bahwa spesies ini berkesempatan memijah satu kali sebelum tertangkap. Upaya penangkapan tidak mengganggu potensi rekrutmen. Beberapa parameter menunjukan kondisi yang mengancam keberlangsungan stok, yaitu tingkat mortalitas alami cukup tinggi, rata-rata ukuran ikan semakin kecil, hingga jumlah *mega-spawner* relatif sedikit. Dalam 5 tahun, panjang rata-rata jantan dan betina berkurang sekitar 1,5 cm. Panjang saat jantan pertama matang gonad berkurang sekitar 3,6 cm dan betina 1,8 cm. Dinamika rasio jenis kelamin menunjukkan penurunan populasi betina. Penurunan ukuran tersebut mengindikasikan tingginya tekanan penangkapan.



@HakCiptaDilindungi Undang-undang

IPB University

Penilaian stok layang benggol berbasis panjang menggunakan model *length based-spawning potential ratio*, *length based-bayesian biomass*, dan *length integrated mix effect*. Indikator menunjukkan intensitas penangkapan pukat cincin berada pada level tinggi dengan menargetkan ikan berukuran besar, menyebabkan stok mengalami lebih tangkap, biomassa 16% dibawah batas berkelanjutan.

Populasi layang benggol di Laut Natuna-LCS memiliki rasio potensi pemijahan yang relatif tinggi, rekrutmen pun terjadi sepanjang tahun dan bulan. Musim puncak pemijahan teridentifikasi terjadi dua kali, yaitu pada waktu musim peralihan timur-barat sebagai pemijahan utama, dan musim barat sebagai pemijahan minor. Rekrutmen teridentifikasi dua kali dengan tingkat keberhasilan cukup tinggi, puncak utama pada musim peralihan barat-timur, puncak minor pada musim peralihan timur-barat. Karakteristik tersebut menjadikan spesies ini memiliki resiliensi yang cukup kuat terhadap tingkat penangkapan yang tinggi.

Model “*spawning and yield per recruit*” memunculkan nilai ambang batas untuk tingkat eksploitasi optimum layang benggol adalah 0,7, dari nilai yang umum digunakan adalah 0,5. Target acuan potensi pemijahan yang berkelanjutan adalah 50%, sementara rujukan yang umum digunakan 40%. Rasio indikator stok terhadap titik acuan menunjukkan populasi layang benggol mengalami *overfishing*, dengan tingkat penangkapan 18% melebihi upaya optimum. Stok juga mengalami *overfished* dengan stok biomassa pemijahan 5% dibawah biomassa berkelanjutan.

Indikator dan status stok menjadi patokan tujuan pengelolaan, yaitu memulihkan status stok agar tidak *overfishing* dan *overfished* pada ikan berukuran besar atau biomassa stok pemijah. Tujuan pengelolaan tetap memperhatikan hasil tangkapan berada di sekitar hasil maksimum berkelanjutan. Penelitian ini yang pertama kali menerapkan metode *Management Strategy Evaluation* (MSEtool) untuk membangun aturan kendali tangkapan, dan menguji kinerjanya terhadap ukuran keberhasilan tujuan pengelolaan layang benggol di Laut Natuna-LCS.

Simulasi antara aturan penangkapan dengan ukuran keberhasilan pengelolaan pada berbagai skenario waktu dan target hasil tangkapan, diperoleh dua pilihan strategi yang paling optimal antara konservasi dan produktivitas, yaitu eksploitasi moderat (*curE75*) dengan probabilitas keberhasilan 69%, dan pengaturan ukuran tangkap pada panjang optimum (*minlenLopt1*) yaitu 17 cm, dengan keberhasilan 67% terhadap tujuan pengelolaan. Tindakan *curE75* dapat dijalankan untuk 10 tahun maupun 25 tahun kedepan, sementara *minlenLopt1* hanya untuk 10 tahun.

Aturan kendali tangkapan *curE75* adalah menyesuaikan upaya penangkapan menjadi 75% dari upaya saat ini. Implementasinya berupa pembatasan penangkapan saat puncak musim pemijahan utama, yaitu musim peralihan timur-barat (September, Oktober, november). Bertujuan mengurangi tangkapan individu berukuran besar-dewasa yaitu biomassa stok pemijah. Jika kedua opsi tersebut tidak dapat dijalankan, status quo tingkat upaya penangkapan masih dapat dijalankan untuk jangka waktu 10 tahun dengan monitoring yang ketat. Rekomendasi pengelolaan tersebut harus diimplementasikan pada tingkat regional, diterapkan oleh Indonesia, Vietnam, dan Malaysia yang sama-sama memanfaatkan stok sumber daya layang benggol di Laut Cina Selatan bagian Selatan.

Kata kunci: aturan kendali tangkapan, biomassa stok pemijah, evaluasi strategi pengelolaan, layang benggol, rasio potensi pemijahan

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

SUMMARY

ASEP PRIATNA. Stock Assessment and Fisheries Management of Indian Scad (*Decapterus russelli*) in The Natuna Sea and South China Sea. Supervised by MENNOFATRIA BOER, RAHMAT KURNIA, and YONVITNER.

The small pelagic production in the Fisheries Management Area comes 65% from the Natuna and South China Sea (SCS) and 35% from the Karimata Strait, mostly from purse seiner. Purse seiner catches in the Natuna Sea-SCS are dominated by indian scad (*Decapterus russelli*), bigeye scad (*Selar crumenophthalmus*), and mackerel scad (*Decapterus macrosoma*), accounting for 44.5%, 27.9%, and 17.7% respectively.

Several studies indicate that high exploitation levels have been ongoing for a long time, showing that the small pelagic species' stock status was unhealthy. The exploitation levels are becoming increasingly difficult to control due to illegal fishing activities. The dominance of the indian scad stock makes it an indicator species and a representation of small pelagic fisheries in the Natuna Sea-SCS. Its ecological and economic importance, fishing pressure, and the complexity of fisheries dynamics in this region make this species a priority for management.

The shared stock situation and the transboundary nature of the species have implications for production data capacity and fishing efforts. Available data do not adequately reflect the actual conditions, with information lost due to fishing by other countries. These data cannot be used in quantitative stock assessment models because potential estimates become invalid. A stock assessment of indian scad based on length data is an alternative method to estimate indicators and stock status under the current ring net fishing conditions in the Natuna Sea-SCS.

Stock assessment aims to estimate life history parameters, indicators, and stock status, as well as to obtain robust, prospective, adaptive, transparent, and realistic of indian scad management options under conditions of uncertainty in the dynamics of small pelagic fisheries in the Natuna Sea-SCS. Data of length frequency distribution and gonadal maturity levels were collected at Pemangkat Fishing Port from March 2019 to August 2021. Similar data from 2015 to 2018, accompanied by the Research Institute for Marine Fisheries, were also used in this study. A total of 19,103 individuals were measured in length during the study period, while 4,059 individuals were sampled for biological aspects.

Most of the indian scad caught by purse seiner were of adult fish. Life history parameters (growth, natural mortality, reproduction) indicate this species has a moderate-to-fast growth rate. The length at first capture was larger than the length at first maturity, indicating that this species can spawn once before being caught. Fishing activities do not interfere with recruitment potential.

Several parameters indicate conditions threatening stock sustainability: a relatively high natural mortality rate, a decreasing average fish length, and a relatively small number of mega-spawners. Over the past five years, the average length of males and females has decreased by approximately 1.5 cm. The length at first gonadal maturity has decreased by approximately 3.6 cm for males and 1.8 cm for females. The dynamics of the sex ratio indicate a decline in the female population. This decrease in length indicates high fishing pressure.

The length-based stock assessment of indian scad using models, i.e, the length-based spawning potential ratio, length-based Bayesian biomass, and length-integrated mixed effect. Stock indicators show that the fishing intensity of the purse seiner was high, targeting large fish. This has caused the stock to be slightly overfished, with biomass 16% below sustainable biomass.

The indian scad population in the Natuna Sea-SCS has a relatively high spawning potential ratio, with recruitment occurring throughout the year and month. The peak spawning season occurs twice: the east-west transition season as the major spawning period, and the west season as a minor spawning period. Recruitment is identified twice with a reasonably high success rate, with the major peak during the west-east transition and the minor peak during the east-west transition season. These characteristics make this species fairly resilient to high exploitation levels.

The "spawning and yield per recruit" model results in a threshold for the optimal exploitation rate of indian scad about 0.7, compared to the commonly used value of 0.5. The target reference point of the spawning potential ratio was about 50%, while the commonly used reference is 40%. The ratio of stock indicators to reference points indicates that the indian scad population was overfishing, with effort levels 18% above the optimum. The stock was also overfished, with spawning stock biomass 5% below sustainable biomass.

The indicators and stock status serve as benchmarks for management objectives, namely to restore the stock status so that it is not overfishing and overfished for large fish or spawning stock biomass. Management objectives continue to focus on keeping yield around the maximum sustainable yield. The Management Strategy Evaluation (MSEtool) method generates candidate for harvest control rules and tests their performance against performance metrics. MSEtool tests and evaluates various management procedures under real fishery conditions characterized by uncertainty in stock dynamics, fleet, observation, and management implementation.

Simulations of management procedures against performance metrics across various time scenarios and targeted yield levels identified two optimal management procedures balancing conservation and productivity, i.e moderate exploitation (curE75) with a 69% success probability, and adjust the length at first capture to 17 cm as the optimum length (minlenLopt1), with a 67% probability toward management objectives. The curE75 appropriate to be implemented for 10 or 25 years, while minlenLopt1 is only for 10 years.

The curE75 harvest control rule adjusts fishing effort to 75% of the current effort. Its implementation involves restricting fishing during the peak of the primary spawning season, i.e., the east-west transition season (September, October, November). The aim is to reduce catches of adult-mature fish as spawning stock biomass. If both management measures cannot be implemented, the status quo fishing effort could be maintained for 10 years projection with strict monitoring.

These harvest control rules should be implemented for the regional area, applied by countries such as Indonesia, Vietnam, and Malaysia that jointly utilize the small pelagic fish stocks such as indian scad in the southern South China Sea.

Keywords: *Decapterus russelli*, harvest control rule, management strategy evaluation, spawning potential ratio, spawning stock biomass.



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University

**PENGKAJIAN STOK DAN PENGELOLAAN
IKAN LAYANG BENGGOL (*Decapterus russelli*)
DI LAUT NATUNA DAN LAUT CINA SELATAN**

ASEP PRIATNA

Disertasi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Doktor
pada
Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Perairan

**PROGRAM STUDI PENGELOLAAN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Ujian Tertutup Disertasi:

- 1 Dr. Ali Mashar, S.Pi, M.Si
- 2 Dr. Khairul Amri, M.Si

Promotor Luar Komisi Pembimbing pada Sidang Promosi Terbuka Disertasi:

- 1 Dr. Ali Mashar, S.Pi, M.Si
- 2 Dr. Khairul Amri, M.Si

Judul Disertasi : Pengkajian Stok dan Pengelolaan Ikan Layang Benggol
(*Decapterus russelli*) di Laut Natuna dan Laut Cina Selatan

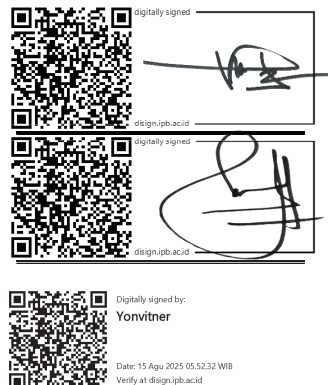
Nama : Asep Priatna
NIM : C261190031

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Mennofatria Boer, DEA

Pembimbing 2:
Dr. Ir. Rahmat Kurnia, M.Si

Pembimbing 3:
Prof. Dr. Yonvitner, S.Pi, M.Si



Diketahui oleh

Ketua Program Studi
Pengelolaan Sumberdaya Perairan:
Dr. Ir. Mohammad Mukhlis Kamal, M.Sc
NIP 19680914 199402 1 001

Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan:
Prof. Dr. Ir. Fredinan Yulianda, M.Sc
NIP 19630731 198803 1 002



Tanggal Ujian Tertutup: 30 Juli 2025
Tanggal Ujian Terbuka: 12 Agustus 2025

Tanggal Lulus:



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala karunia-Nya, disertasi dengan judul “Pengkajian Stok dan Pengelolaan Ikan Layang Benggol (*Decapterus russelli*) di Laut Natuna dan Laut Cina Selatan” ini berhasil diselesaikan. Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada komisi pembimbing Prof. Dr. Ir. Mennofatria Boer, DEA, Dr. Ir. Rahmat Kurnia, M.Si dan Prof. Dr. Yonvitner, S.Pi, M.Si yang telah memberikan bimbingan, arahan dan motivasi selama penelitian, pengerjaan disertasi dan penyelesaian studi. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Dr. Ali Mashar, S. Pi, M.Si dan Dr. Khairul Amri, M.Si selaku penguji luar komisi.

Penghargaan dan terima kasih penulis sampaikan kepada:

- 1) Rektor IPB University, Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Ketua Program Studi Program Doktor Pengelolaan Sumberdaya Perairan, serta staf administrasi kependidikan, atas segala bantuannya dalam penyelesaian studi.
- 2) Kepala Pusat Riset Perikanan BRIN, Kepala Balai Riset Perikanan Laut KKP, peneliti Kelompok Riset Pelagis Kecil, enumerator PPN Pemangkat, serta berbagai pihak di KKP yang telah memberikan bantuan dalam penelitian dan penyelesaian disertasi.
- 3) Pimpinan BRIN beserta jajarannya, dan Beasiswa Saintek BRIN atas bantuan dan dukungannya sehingga penulis dapat menyelesaikan program pendidikan doktor.
- 4) Ungkapan syukur dan bangga disampaikan kepada istri, anak-anak, orang tua, dan seluruh keluarga besar, atas segala doa dan motivasi.
- 5) Semua pihak yang belum disebutkan, penulis menyampaikan apresiasi yang setinggi-tinggi atas dukungan selama menempuh pendidikan pascasajana di IPB University.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2025

Asep Priatna



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
AKRONIM, SINGKATAN DAN TERMINOLOGI	xix
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	4
1.5 Ruang Lingkup	5
1.6 Kebaruan (<i>novelty</i>)	5
II PARAMETER LIFE HISTORY IKAN LAYANG BENGGOL	6
2.1 Pendahuluan	6
2.2 Metode	7
2.3 Hasil	14
2.4 Pembahasan	25
2.5 Simpulan	29
III INDIKATOR DAN STATUS STOK IKAN LAYANG BENGGOL BERBASIS MODEL PANJANG	31
3.1 Pendahuluan	31
3.2 Metode	32
3.3 Hasil	37
3.4 Pembahasan	43
3.5 Simpulan	48
IV STRATEGI PENGELOLAAN IKAN LAYANG BENGGOL	49
4.1 Pendahuluan	49
4.2 Metode	50
4.3 Hasil	53
4.4 Pembahasan	64
4.5 Simpulan	67
V PEMBAHASAN UMUM	68
5.1 Paradigma Pengkajian Stok	68
5.2 Titik Acuan Pengelolaan	70
5.3 Kontrol Penangkapan	71
5.4 Tantangan Pengelolaan	72
5.5 Pengelolaan Stok Bersama	74
VI SIMPULAN DAN SARAN	75
6.1 Simpulan	75
6.2 Saran	75
DAFTAR PUSTAKA	77
LAMPIRAN	89
RIWAYAT HIDUP	99

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR TABEL

1	Jumlah sampel dan sub sampel ikan layang benggol yang diukur pada masing-masing bulan/tahun pengamatan di PPN Pemangkat	8
2	Jumlah sub sampel layang benggol jantan dan betina berdasarkan kategori matang dan belum matang dari seluruh tahun pengamatan	13
3	Deskripsi statistik data frekuensi panjang ikan layang benggol setiap tahun pengukuran	14
4	Parameter pertumbuhan layang benggol berdasarkan sepuluh model pendekatan TropFishR	16
5	Tingkat mortalitas alami layang benggol berdasarkan persamaan empiris	17
6	Jumlah sampel, uji normalitas data, dan uji beda dua varian jantan dan betina pada masing-masing tahun	19
7	Rata-rata panjang layang benggol dan uji beda rata-rata panjang ikan jantan dan betina pada masing-masing tahun	19
8	Jumlah data yang digunakan dalam analisis hubungan panjang-bobot masing-masing tahun	20
9	Jumlah sampel, parameter a dan b, koefisien determinasi, dan simpangan baku model hubungan panjang-bobot ikan jantan dan betina	21
10	Parameter statistik hasil uji-t antara slope (b) regresi WLR jantan dan betina untuk masing-masing tahun pengamatan	22
11	Perbandingan jumlah populasi layang benggol jantan dan betina pada tahun 2015-2016 dan 2020-2021	24
12	Parameter <i>life history</i> Layang benggol (<i>prior</i>) dalam model pengkajian stok berbasis data panjang	33
13	Nilai bobot setiap <i>performance metrics</i> berdasarkan status stok dan tujuan pada masing-masing simulasi MSE	61
14	Skor akhir tiap <i>management procedures</i> berdasarkan pembobotan pada setiap <i>performance metrics</i> dari masing-masing simulasi MSE	62

DAFTAR GAMBAR

1. Kerangka pemikiran, rumusan masalah dan pencapaian tujuan penelitian	4
2. Ruang lingkup dan tahapan pelaksanaan penelitian	5
3. Lokasi pengumpulan data, lokasi penangkapan pukat cincin Indonesia dan pukat cincin negara lain di Laut Natuna dan LCS	8
4. Histogram distribusi frekuensi panjang layang benggol pada setiap tahun pengukuran	15
5. Histogram distribusi frekuensi panjang dengan selang kelas 1 cm (a) dan frekuensi panjang yang telah direstrukturisasi dengan MA=7 (b)	15
6. Kurva fungsi pertumbuhan <i>von Bertalanffy</i> layang benggol di Laut Natuna-LCS	16
7. Model kurva fungsi pertumbuhan <i>von Bertalanffy</i> ELEFAN-GA layang benggol di Laut Natuna-LCS	17
8. Model kurva selektifitas ukuran panjang untuk estimasi 50% dan 95% tertangkap pada masing-masing tahun pengamatan	18
9. Ukuran panjang pada 50% dan 95% tertangkap dan 50% dan 95% matang gonad pada distribusi frekuensi panjang secara agregat	18
10. Distribusi frekuensi dan rata-rata panjang layang benggol jantan (biru) dan betina (merah)	20
11. Hubungan panjang-bobot ikan layang jantan (a) dan betina (b)	21
12. Hubungan panjang dan bobot layang benggol di Laut Natuna-LCS	22
13. Kurva ukuran kematangan layang benggol betina (a) dan jantan (b)	23
14. Distribusi bulanan rata-rata indek somatik gonad layang benggol betina pada tahun 2015-2016 (a) dan 2020-2021 (b)	24
15. Kurva nilai sebaran mortalitas alami Layang benggol formula Then (fungsi pertumbuhan fungsi pertumbuhan <i>von Bertalanffy</i>)	37
16. Variabilitas beberapa indikator stok berdasarkan analisis model LIME	38
17. Prosentase densitas untuk setiap perubahan kelas ukuran panjang-umur (<i>length at age</i>) Layang benggol di Laut Natuna-LCS	39
18. Pola rekrutmen bulanan Layang benggol di Laut Natuna-LCS	39
19. Variabilitas tahunan dari ukuran selektivitas, tekanan penangkapan, dan SPR deterministik dengan 95% selang kepercayaan	40
20. Median L_{inf} dan K dari sebaran data acak normal (a), median M/K dari distribusi acak L_{inf} , K dan M (b), dan median M/K dari L_{inf} dan median M/K sebelumnya (c)	41
21. LB-SPR deterministik dan LB-SPR stokastik (MC) Layang benggol di Laut Natuna-LCS pada tahun 2015 – 2021	41
22. Kurva kecocokan (<i>fitting</i>) persamaan LBB terhadap data frekuensi panjang tahunan	42
23. Tren status stok berdasarkan indikator ukuran panjang (a), tingkat penangkapan (b) dan biomassa relatif (c), dari tahun 2016-2021	43
24. Kurva berbagai tingkat penangkapan terhadap proporsi SPR, SSB, yield, dan rekrutmen Layang benggol di Laut Natuna-LCS	54
25. Distribusi frekuensi panjang layang benggol pada SPR saat ini (a), estimasi frekuensi panjang untuk SPR_{MSY} atau saat F_{MSY} (b) dan	

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



frekuensi panjang untuk SPR saat $F=M$ (c), dan estimasi frekuensi panjang untuk kondisi SPR 100% (diagram warna biru)	55
26. Probabilitas nilai median biomassa stok pemijah dan yield terhadap kondisi saat ini pada waktu lima tahun terakhir dari tahun proyeksi	57
27. Proporsi waktu yang dihabiskan stok pada masing-masing kuadran antara SSB/ B_{MSY} dan F/F_{MSY}	57
28. Probabilitas kinerja setiap <i>management procedures</i> dalam pencapaian terhadap kombinasi PNOP, STY, P50, dan Yield	59
29. Probabilitas kinerja setiap <i>management procedures</i> dalam pencapaian terhadap kombinasi PNOP, STY, P100, dan Yield	59
30. Probabilitas kinerja setiap <i>management procedures</i> dalam pencapaian terhadap kombinasi PNOP, LTY, P50, dan Yield	60
31. Probabilitas kinerja setiap <i>management procedures</i> dalam pencapaian terhadap kombinasi PNOP, LTY, P100, dan Yield	60
32. Rentang nilai <i>performance metrics</i> pada setiap <i>management procedure</i> terhadap perubahan mortalitas alami	63
33. Peringkat ketahanan MP terhadap perubahan M berdasarkan kategori tujuan pengelolaan	63

DAFTAR LAMPIRAN

1. Rata-rata prosentase produksi jenis-jenis ikan pelagis kecil dari WPP-711 pada tahun 2015-2019, berdasarkan alat tangkap dan pelabuhan pendaratannya	89
2. Parameter pertumbuhan Layang benggol dari beberapa penelitian lainnya	91
3. Hasil analisis model LBB	92
4. Tipe input kontrol prosedur pengelolaan (<i>management procedures</i>) yang tersedia pada DLMtool	93
5. Parameter masing-masing objek komponen model operasi (OM) pada MSEtool	95
6. Nilai kinerja masing-masing MP terhadap probabilitas PM pada setiap kombinasi (<i>trade off</i>) pencapaian tujuan pengelolaan	96
7. Nilai kinerja masing-masing MP pada setiap perlakuan nilai M, terhadap probabilitas PM pada setiap kombinasi (<i>trade off</i>) pencapaian tujuan pengelolaan	97

AKRONIM, SINGKATAN DAN TERMINOLOGI

B	: Biomassa total stok ikan pada waktu tertentu.
B0	: Biomassa awal atau biomassa perawan sebelum terjadi penangkapan.
Biomassa	: Jumlah total berat organisme dalam suatu populasi atau ekosistem.
BMSY	: Biomassa maksimum lestari yang dapat menghasilkan hasil tangkapan maksimum berkelanjutan.
CPUE	: Indeks kelimpahan stok ikan berdasarkan jumlah tangkapan per unit upaya.
F	: Mortalitas penangkapan, tingkat kematian ikan akibat penangkapan.
FG	: Fishing Ground atau daerah penangkapan ikan.
FL	: Fork Length, panjang ikan dari ujung moncong hingga percabangan ekor.
FMSY	: Tingkat mortalitas penangkapan yang menghasilkan hasil tangkapan maksimum berkelanjutan.
Global Fishing Watch	: Platform pemantauan penangkapan ikan secara global berbasis satelit dan data AIS.
HCR	: Harvest Control Rule, aturan pengendalian hasil tangkapan berdasarkan indikator stok.
JTB	: Jumlah Tangkapan yang Diperbolehkan.
LCS	: Laut Cina Selatan bagian Selatan yang menjadi wilayah perairan Indonesia, disebut juga Laut Natuna Utara
Life history	: Ciri biologis penting dari suatu spesies seperti pertumbuhan, reproduksi, dan umur.
Lm50	: Ukuran panjang saat 50% populasi mencapai kematangan seksual.
Lm95	: Ukuran panjang saat 95% populasi telah matang secara seksual.
LRP	: Limit Reference Point, batas bawah indikator stok sebelum dianggap berada dalam risiko tinggi.
M	: Mortalitas alami, tingkat kematian ikan akibat faktor selain penangkapan.
Maturity	: kemampuan rata-rata pada umur/ukuran untuk bereproduksi
MP	: Management Procedure, Prosedur otomatis dalam MSE yang menggabungkan data, metode penilaian, dan aturan pengambilan keputusan untuk mengelola stok ikan.
MSE	: Management Strategy Evaluation, evaluasi berbagai strategi pengelolaan melalui simulasi stok.
MSEtool	: Perangkat lunak untuk menjalankan simulasi MSE dalam R.
MSY	: Maximum Sustainable Yield, hasil tangkapan maksimum berkelanjutan yang dapat dicapai terus-menerus.
OM	: Operating Model, model simulasi yang menggambarkan dinamika stok dalam MSE.



Overfished	: Kondisi ketika stok berada di bawah tingkat biomassa lestari.
Overfishing	: Keadaan saat laju penangkapan melebihi tingkat yang dapat dipertahankan secara lestari.
PIT	: Penangkapan ikan terukur; Sistem penangkapan ikan yang dirancang dengan pengawasan dan pencatatan yang ketat untuk memastikan bahwa jumlah, jenis, dan ukuran ikan yang ditangkap dapat diukur dan dipantau secara akurat.
PM	: Performance metrics; Ukuran atau indikator yang digunakan untuk mengevaluasi keberhasilan suatu MP dalam mencapai tujuan pengelolaan, seperti keberlanjutan stok, stabilitas hasil tangkapan, dan risiko overfishing.
PSPK	: Purse Seine Pelagis Kecil; unit penangkapan pukat cincin dengan target tangkapan jenis pelagis kecil
Recruitmen	: jumlah ikan yang ditambahkan ke perairan setiap tahun karena pertumbuhan dan / atau migrasi ke area penangkapan atau penambahan kelompok umur baru ke perairan sampai pada ukuran yang bisa ditangkap
RPP	: Rencana Pengelolaan Perikanan; Dokumen strategis yang memuat tujuan, kebijakan, dan langkah-langkah teknis untuk mengelola sumber daya perikanan secara berkelanjutan berdasarkan prinsip ilmiah, partisipatif, dan adaptif.
SDI	: Sumber Daya Ikan; Seluruh populasi ikan atau organisme perairan lainnya yang memiliki nilai ekonomi dan ekologis, dan dapat dimanfaatkan secara lestari untuk kebutuhan manusia.
Shared Stock	: Stok ikan yang wilayah sebarannya melintasi batas yurisdiksi dua negara atau lebih, sehingga pengelolaannya memerlukan kerja sama antarnegara.
SL50 atau Lc	: Ukuran seleksi alat tangkap saat 50% ikan tertangkap.
SL95	: Ukuran seleksi alat tangkap saat 95% ikan tertangkap.
SSB	: Spawning Stock Biomass, biomassa indukan matang yang mampu memijah.
Stock	: Populasi ikan dari spesies tertentu yang dikelola sebagai satu kesatuan.
Stock assessment	: Proses ilmiah untuk memperkirakan status stok ikan berdasarkan data dan model.
TKG	: Tingkat kematangan gonad
TRP	: Target reference points; titik acuan biologi yang harus dicapai
Uncertainty	: Ketidakpastian dalam estimasi stok akibat variabilitas data, nodel, dan proses alam.
VMS	: Vessel Monitoring System, sistem pemantauan posisi kapal penangkap ikan berbasis satelit.
ZEE	: Zona Ekonomi Eksklusif, wilayah laut sejauh 200 mil laut dari pantai yang menjadi hak berdaulat negara.

PIT

PM

PSPK

Recruitmen

RPP

SDI

Shared Stock

SL50 atau Lc

SL95

SSB

Stock

Stock
assessment

TKG

TRP

Uncertainty

VMS

ZEE