

PENGELOLAAN PARI MOBULA DI PERAIRAN SELAT BALI: PEMETAAN SISTEM SOSIAL-EKOLOGI DAN MODEL DINAMIK

MUHAMMAD GHOZALY SALIM



**PROGRAM MAGISTER
PENGELOLAAN SUMBERDAYA PESISIR DAN LAUTAN
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.

PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Pengelolaan Pari Mobula di Perairan Selat Bali: Pemetaan Sistem Sosial-Ekologi dan Model Dinamik” 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 tesis ini.

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

Bogor, Juli 2025

Muhammad Ghozaly Salim
C2502211015



RINGKASAN

MUHAMMAD GHOZALY SALIM. Pengelolaan Pari Mobula di Perairan Selat Bali: Pemetaan Sistem Sosial-Ekologi dan Model Dinamik. Dibimbing oleh LUKY ADRIANTO dan MOHAMMAD MUKHLIS KAMAL

Pengelolaan sumber daya pesisir dan perikanan skala kecil di Indonesia, khususnya Selat Bali, menghadapi tantangan kompleks, terutama terkait spesies pari mobula yang berstatus rentan secara global. Pari mobula, yang berperan penting secara ekologis dan memiliki nilai ekonomi sebagai tangkapan sampingan (*bycatch*), menunjukkan tren penurunan populasi yang mengkhawatirkan. Kondisi ini diperparah oleh celah regulasi dan ketergantungan nelayan pada hasil tangkapan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dinamika sistem sosial-ekologi (SSE) perikanan pari mobula di Selat Bali, mengidentifikasi faktor-faktor pendorong utama yang mengancam populasinya, dan merumuskan rekomendasi pengelolaan yang efektif dan berkelanjutan berbasis pendekatan SSE.

Metode penelitian mengintegrasikan data empiris lapangan dengan analisis multi-metode. Pemetaan SSE dilakukan untuk mengidentifikasi komponen sistem dan aktornya, termasuk nelayan jaring insang di Muncar. Analisis jejaring sosial-ekologi digunakan untuk memahami konektivitas antar elemen, termasuk sentralitas aktor dan hubungan antar komponen. Demografi nelayan jaring insang dikaji untuk memahami karakteristik sosial-ekonomi mereka, termasuk tingkat ketergantungan pada *bycatch* pari mobula. Faktor-faktor pendorong penangkapan pari mobula diidentifikasi melalui analisis multivariat dan kualitatif. Selanjutnya, pemodelan dinamis dikembangkan untuk menyimulasikan dinamika populasi pari mobula dan pendapatan nelayan di bawah skenario kondisi saat ini dan alternatif pengelolaan. Terakhir, analisis keputusan multi-kriteria (MCDA) diterapkan untuk mengevaluasi dan memilih strategi pengelolaan yang paling optimal berdasarkan berbagai kriteria.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pari mobula dan nelayan adalah node paling sentral dalam jejaring SSE, menegaskan peran krusial keduanya. Namun, teridentifikasi adanya pemisahan klaster antara aktivitas penangkapan pari mobula dengan komponen tata kelola, mengindikasikan bahwa regulasi yang ada belum sepenuhnya terintegrasi secara efektif dengan praktik di lapangan. Analisis faktor pendorong mengungkapkan bahwa intensitas aktivitas penangkapan, harga pari mobula, lokasi sebaran, dan bulan penangkapan secara signifikan memengaruhi kejadian *bycatch*, sementara faktor lingkungan langsung kurang dominan. Simulasi kondisi saat ini memproyeksikan penurunan tajam populasi pari mobula dan pendapatan nelayan dalam jangka panjang. Namun, analisis sensitivitas model dinamis menunjukkan temuan baru yang penting: pengurangan laju *bycatch* secara signifikan dapat memulihkan populasi pari mobula sekaligus menjaga dan bahkan meningkatkan pendapatan nelayan melalui optimalisasi tangkapan spesies target lainnya.

Berdasarkan temuan tersebut, evaluasi MCDA terhadap berbagai strategi pengelolaan (termasuk *old conservation* seperti pelarangan total atau kuota, dan *new conservation* seperti pendampingan masyarakat) mengidentifikasi pendampingan masyarakat nelayan sebagai strategi yang paling diutamakan. Pendekatan ini dinilai memiliki dampak yang paling transformatif dan diterima



secara sosial, sambil tetap mendukung keberlanjutan ekologis dan kelayakan ekonomi. Meskipun memerlukan upaya intensif, strategi ini didukung oleh ketersediaan pendamping kelompok nelayan yang dapat memfasilitasi implementasi. Oleh karena itu, penelitian ini merekomendasikan investasi pada pendampingan langsung kepada nelayan sebagai pilar utama pengelolaan yang terintegrasi dan adaptif, bertujuan untuk mencapai konservasi pari mobula yang berkelanjutan sekaligus memastikan kesejahteraan ekonomi masyarakat perikanan di Selat Bali.

Kata Kunci: Hasil tangkapan samping, pari mobula, pengelolaan perikanan, sistem dinamik, sistem sosial-ekologi.

- 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.



SUMMARY

MUHAMMAD GHOZALY SALIM. Management of Mobula Rays in the Bali Strait Waters: Socio-Ecological System Mapping and Dynamic Models. Dibimbing oleh LUKY ADRIANTO dan MOHAMMAD MUKHLIS KAMAL

Coastal and small-scale fisheries resources in Indonesia, particularly in the Bali Strait, face complex challenges, especially concerning the globally vulnerable mobula ray species. Mobula rays, ecologically significant planktivores with economic value as *bycatch*, exhibit a worrying population decline. This situation is exacerbated by regulatory gaps and the dependence of fishers on these catches. This research aims to analyze the dynamics of the social-ecological system (SES) of mobula ray fisheries in the Bali Strait, identify the primary driving factors threatening its population, and formulate effective and sustainable management recommendations based on the SES approach.

The research methodology integrates empirical field data with multi-method analysis. SES mapping was conducted to identify system components and actors, including gillnet fishers in Muncar. Social-ecological network analysis was employed to understand the connectivity among elements, including actor centrality and inter-component relationships. The demographics of gillnet fishers were examined to understand their socio-economic characteristics, including their dependence on mobula ray *bycatch*. Primary driving factors for mobula ray capture were identified through multivariate and qualitative analyses. Furthermore, dynamic modeling was developed to simulate mobula ray population dynamics and fisher income under existing conditions and alternative management scenarios. Finally, Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) was applied to evaluate and select the most optimal management strategy based on various criteria.

The findings indicate that mobula rays and fishers are the most central nodes in the SES network, underscoring their crucial roles. However, a distinct clustering of mobula ray capture activities separate from governance components was identified, suggesting that existing regulations are not yet effectively integrated with on-the-ground practices. Analysis of driving factors revealed that fishing activity intensity, mobula ray price, spatial distribution, and the month of capture significantly influence *bycatch* incidents, while direct environmental factors are less dominant. Simulations of existing conditions project a sharp and long-term decline in mobula ray populations and fisher income. Crucially, dynamic model sensitivity analysis revealed a significant new finding: reducing *bycatch* rates can substantially recover mobula ray populations while simultaneously maintaining and even increasing fisher income through the optimization of target species catches.

Based on these findings, the MCDA evaluation of various management strategies (including "old conservation" like full bans or quotas, and "new conservation" like community assistance) identified community assistance as the most preferred strategy. This approach is deemed the most transformative and socially acceptable, while also supporting ecological sustainability and economic feasibility. Although requiring intensive effort, this strategy is bolstered by the existing infrastructure of fisher group facilitators, enabling more effective implementation. Therefore, this research recommends investment in direct assistance to fishers as a vital pillar of integrated and adaptive management, aiming

Hak cipta ini dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan 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.

to achieve sustainable mobula ray conservation alongside ensuring the economic well-being of fishing communities in the Bali Strait.

Keywords: bycatch, fisheries management, mobula ray, social-ecological system, system dynamic.

@Hak cipta milik IPB University

IPB University





@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.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025¹
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.

**PENGELOLAAN PARI MOBULA
DI PERAIRAN SELAT BALI: PEMETAAN
SISTEM SOSIAL-EKOLOGI DAN MODEL DINAMIK**

MUHAMMAD GHOZALY SALIM

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister pada
Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Lautan

**PROGRAM MAGISTER
PENGELOLAAN SUMBERDAYA PESISIR DAN LAUTAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@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.

Tim Penguji pada Ujian Tesis:
1 Dr. Hollie Louise Booth
2 Prof. Dr. Ir. Ario Damar, M.Si.

Judul Tesis : Pengelolaan Pari Mobula di Perairan Selat Bali: Pemetaan Sistem Sosial-Ekologi dan Model Dinamik
Nama : Muhammad Ghozaly Salim
NIM : C2502211015

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Prof. Dr. Ir. Luky Adrianto, M.Sc.

Pembimbing 2:

Dr. Ir. Mohammad Mukhlis Kamal, M.Sc.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi

Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Lautan:

Dr. Ir. Zairion, M.Sc.

NIP 196407031991031003

Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan:

Prof. Dr. Ir. Fredinan Yulianda, M.Sc.

NIP 196307311988031002

Tanggal Ujian: 28 Juli 2025

Tanggal Lulus:



@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.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan April 2023 sampai bulan Maret 2024 ini ialah Pengelolaan Sumberdaya Pesisir, dengan judul “Pengelolaan Pari Mobula di Perairan Selat Bali: Pemetaan Sistem Sosial-Ekologi dan Model Dinamik”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Prof. Dr. Ir. Luky Adrianto, M.Sc. dan Dr. Ir. Mohammad Mukhlis Kamal, M.Sc. yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada moderator seminar, dan penguji luar komisi pembimbing. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada Kantor Pelabuhan Perikanan Pantai Muncar, Asosiasi nelayan jaring insang Muncar, dan Dinas Perikanan Kabupaten Banyuwangi yang telah membantu dan memberikan izin untuk melakukan kegiatan penelitian. Terima kasih juga untuk Yayasan Konservasi dan Penelitian Pari Mobula, Dr. Fahmi, Betty Laglbauer yang telah memberikan dukungan data dan arahan selama kegiatan penelitian. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada istri, ibu, bapak, serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya.

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

Bogor, Juli 2025

Muhammad Ghozaly Salim

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan 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 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	xiv
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	5
1.4 Manfaat	5
1.5 Ruang Lingkup	5
1.6 Kerangka Penelitian	5
II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Pengelolaan Sumberdaya Pesisir Terpadu	8
2.2 Pengelolaan Sumberdaya Perikanan	8
2.3 Perikanan Skala Kecil Perairan Selat Bali	9
2.4 Sistem Sosial Ekologi	10
2.5 Pari Mobula	11
2.6 Model Sistem Dinamik	14
III METODE	15
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	15
3.2 Jenis dan Pengumpulan Data	15
3.3 Analisis Data	19
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Pemetaan Jejaring Sistem Sosial Ekologi Perikanan Pari Mobula	23
4.2 Faktor Pendorong Utama	37
4.3 Model Sistem Dinamis Perikanan Pari Mobula	40
4.4 Strategi Pengelolaan Pari Mobula	46
V SIMPULAN DAN SARAN	50
5.1 Simpulan	50
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN	58
RIWAYAT HIDUP	94



DAFTAR TABEL

1	Variabel, jenis, sumber, dan analisis data	16
2	Parameter oseanografi Selat Bali	23
3	Hasil Multivariate ANOVA faktor pendorong utama <i>bycatch</i> pari mobula	38

DAFTAR GAMBAR

1	Kerangka pikir penelitian dengan tiga komponen utama, input, proses dan output.	6
2	Kerangka kerja sistem sosial ekologi Adrianto (2023)	11
3	Ilustrasi <i>Mobula mobular</i> (sumber: MarcDando; Last <i>et al.</i> (2016))	12
4	Ilustrasi <i>Mobula thurstoni</i> (sumber: MarcDando; Last <i>et al.</i> (2016))	13
5	Lokasi penelitian Kecamatan Muncar, Kabupaten Banyuwangi	15
6	Pengukuran lebar tubuh (DW) dan panjang tubuh (BL) pari mobula	17
7	Identifikasi jenis kelamin pari mobula. (a) betina (b) jantan	17
8	Kerangka sampling untuk populasi nelayan di Kecamatan Muncar	18
9	Daerah penangkapan ikan di Selat Bali beserta komposisi tangkapan di setiap lokasi. Sumber data partisipasi nelayan dan PPP Muncar	24
10	Lokasi kesesuaian habitat pari mobula di selat bali menggunakan algoritma <i>Maximum Entropy</i> (MaxEnt)	25
11	Frekuensi tangkapan dua spesies pari mobula yang mendominasi hasil tangkapan <i>M. mobular</i> dan <i>M. thurstoni</i> dalam periode waktu April 2023 - Maret 2024, sumber data: enumerasi harian	26
12	Proporsi biomassa hasil tangkapan utama dengan hasil tangkapan samping pari mobula setiap bulan. Sumber data: enumerasi harian	27
13	Komparasi data tangkapan dari dua spesies pari mobula yang dominan tertangkap di wilayah Muncar. Sumber data: enumerasi harian	28
14	Jumlah nelayan di Kecamatan Muncar (atas); Proporsi armada perikanan skala besar dan skala kecil di kecamatan Muncar (bawah). Sumber data: statistik PPP Muncar	29
15	Demografi usia nelayan responden penelitian (kanan); tingkat pendidikan nelayan responden (kiri). Sumber data: wawancara responden	30
16	Sebaran pendapatan nelayan responden sebagai nelayan jaring insang (kiri); ketergantungan dan kejadian <i>bycatch</i> pari mobula dalam 1 tahun (kanan). Sumber data : wawancara responden	30
17	Konseptual jejaring sistem sosial ekologi pari mobula di Selat Bali	32
18	Konseptual diagram sistem sosial ekologi pari mobula di Selat Bali	33
19	Diagram <i>degree centrality</i> SSE pari mobula di Selat Bali	34
20	Jejaring <i>betweenes centrality</i> SSE pari mobula di Selat Bali	35
21	Klaster analisis dalam SES pari mobula dengan algoritma <i>walktrap</i>	36
22	Dendrogram dalam analisis kluster dan komunitas nodes dalam SSE pari mobula di Selat Bali	37



23	Tema kunci yang muncul dalam intensi mengenai <i>bycatch</i> pari mobula	39
24	Hasil <i>Generalized Linear Model</i> dalam menentukan faktor utama yang mengakibatkan <i>bycatch</i> pari mobula	40
25	Model sistem dinamik perikanan pari mobula di Selat Bali	41
26	Simulasi kondisi eksosting perikanan pari mobula berdasarkan model sistem dinamik	43
27	Perbandingan populasi pari mobula sebagai respon terhadap laju <i>bycatch</i> saat ini dan penurunan laju <i>bycatch</i> 1%	45
28	Simulasi sistem dinamik ketika variabel laju <i>bycatch</i> diturunkan 1%	45
29	Grafik radar penilaian bentuk pengelolaan pari mobula	48

DAFTAR LAMPIRAN

1	Tabulasi pendataan parameter biologi	59
2	Kuisisioner nelayan	60
3	Kuisisioner pedagang besar	73
4	Kuisisioner pengolah ikan	76
5	Kuisisioner pemetaan pemangku kebijakan	81
6	Daftar variabel SSE	82
7	Causal Loop Diagram SSE Pari Mobula	83
8	Formula dan persamaan model sistem dinamik	84
9	Skenario FGD dan kuisisioner penilaian MCDA	88