



## **SEBARAN DAN VARIASI SPASIO-TEMPORAL EKOSISTEM TERUMBU KARANG PADA KAWASAN KONSERVASI PULAU PIEH DAN LAUT DI SEKITARNYA**

**EFI NOFERYA M**



**PROGRAM MAGISTER ILMU KELAUTAN  
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 mengikuti 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 Sebaran dan Variasi Spasio-Temporal Ekosistem Terumbu Karang pada Kawasan Konservasi Pulau Piek dan Laut di Sekitarnya adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi 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, September 2025

Efi Noferya M  
NIM C5501231027

- 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 mengulang 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

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 mengikuti kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



EFI NOFERYA M. Sebaran dan Variasi Spasio–Temporal Ekosistem Terumbu Karang pada Kawasan Konservasi Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya. Dibimbing oleh Prof. Dr. Ir. Dietriech Geoffrey Bengen, DEA., Prof. Dr. Ir. Neviaty Putri Zamani, M.Sc., dan Dr. Meutia Samira Ismet, S.Si., M.Si.

Ekosistem terumbu karang memiliki peran penting dalam mendukung lingkungan pesisir dan laut, berfungsi sebagai pelindung alami garis pantai, penyimpan keanekaragaman hayati, serta penggerak ekonomi melalui perikanan dan pariwisata. Namun, tekanan antropogenik termasuk pencemaran, eksplorasi sumber daya berlebihan, dan perubahan iklim global telah mempercepat degradasi ekosistem ini. Kawasan Konservasi Pulau Pieh, Sumatera Barat, yang menerapkan sistem zonasi tiga tingkat (zona inti, pemanfaatan terbatas, dan rehabilitasi) menghadapi tantangan pengelolaan akibat kondisi lingkungan yang cepat berubah dan meningkatnya aktivitas manusia. Penelitian ini mengkaji distribusi spasial dan temporal kondisi terumbu karang pada periode 2021–2024 dan menilai pengaruh parameter lingkungan suhu, salinitas, pH, dan oksigen terlarut (DO) terhadap kesehatan terumbu karang. Survei komunitas bentik dilakukan dengan metode *Underwater Photo Transect* (UPT) menggunakan 50 sampel foto per stasiun. Tutupan karang dan komposisi *lifeform* dianalisis menggunakan perangkat lunak *Coral Point Count with Excell extensions* (CPCe) dengan 30 titik acak per gambar. Data lingkungan diukur secara *in-situ*, sedangkan hubungan antara parameter kualitas air dan komunitas karang dianalisis menggunakan *Principal Component Analysis* (PCA), serta asosiasi komponen bentik terumbu dan komposisi *lifeform* karang secara spasial–temporal menggunakan *Correspondence Analysis* (CA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa zona inti secara konsisten memiliki tutupan *hard coral* (HC) tinggi (>50%) dan didominasi *lifeform* adaptif seperti *coral foliose* (CF) dan *coral encrusting* (CE), yang mencerminkan substrat stabil dan tekanan antropogenik minimal. Sebaliknya, zona pemanfaatan terbatas dan rehabilitasi didominasi oleh komponen bentik toleran dan terdegradasi, seperti *dead coral* (DC) dan *rubble* (R), khususnya di lokasi dengan aktivitas manusia yang tinggi. Analisis PCA menunjukkan bahwa pH tinggi (>8) dan DO (>4,5 mg/L) di zona inti berkorelasi dengan tutupan HC yang kuat, sedangkan suhu dan salinitas tinggi disertai pH dan DO rendah di zona pemanfaatan dan rehabilitasi berkorelasi dengan dominasi DC dan penurunan kondisi terumbu. Temuan ini menegaskan bahwa stabilitas substrat dan kualitas air yang optimal merupakan faktor kunci dalam menjaga ketahanan ekosistem terumbu karang terhadap tekanan antropogenik maupun alami. Penelitian ini menekankan pentingnya strategi konservasi adaptif berbasis bukti, termasuk rehabilitasi aktif (transplantasi karang, pengelolaan alga, dan stabilisasi substrat buatan) serta monitoring *spasio-temporal* berbasis Sistem Informasi Geografi dan penginderaan jauh untuk meningkatkan respons pengelolaan yang cepat dan berkelanjutan.

Kata kunci: komunitas bentik, parameter lingkungan perairan, terumbu karang, zonasi kawasan



## SUMMARY

EFI NOFERYA M. Spatial and Temporal Distribution and Variation of Coral Reef Ecosystems in the Piek Island Marine Conservation Area and Its Surrounding Waters. Supervised by Prof. Dr. Ir. Dietrich Geoffrey Bengen, DEA., Prof. Dr. Ir. Neviaty Putri Zamani, M.Sc., and Dr. Meutia Samira Ismet, S.Si., M.Si.

Coral reef ecosystems are pivotal in supporting coastal and marine environments, serving as natural shoreline barriers, biodiversity reservoirs, and economic drivers through fisheries and tourism. However, anthropogenic pressures, including pollution, resource overexploitation, and global climate change, have accelerated their degradation. The Piek Island National Marine Conservation Area, West Sumatra, which applies a three-tier zoning system (core, limited-use, and rehabilitation zones), faces management challenges due to rapidly shifting environmental conditions and increasing human activity. This study investigated the spatial and temporal distribution from 2021 to 2024. It assessed the influence of environmental parameters, temperature, salinity, pH, and dissolved oxygen (DO) on reef health. Benthic community surveys employed the Underwater Photo Transect (UPT) method with 50 photo samples per station. Coral cover and lifeform composition were analyzed using CPCe software with 30 random points per image. Environmental data were collected in situ, and relationships between water quality parameters and coral assemblages were analyzed using Principal Component Analysis (PCA). At the same time, spatial-temporal associations were evaluated using Correspondence Analysis (CA). Results reveal that core zones consistently supported high hard coral (HC) cover (>50%) and adaptive lifeforms, such as coral foliose (CF) and coral encrusting (CE), reflecting stable substrates and minimal anthropogenic impact. In contrast, limited-use and rehabilitation zones were dominated by tolerant and degraded benthic components, notably dead coral (DC) and rubble (R), particularly in sites exposed to high human activity. PCA indicated that high pH (>8) and DO (>4.5 mg/L) in core zones correlated with robust HC cover, while elevated temperature and salinity with reduced pH and DO in limited-use and rehabilitation zones corresponded to DC dominance and declining reef condition. These findings underscore substrate stability and optimal water quality are critical for coral reef resilience against anthropogenic and natural pressures. The study highlights the need for adaptive, evidence-based conservation strategies, including active rehabilitation (coral transplantation, algae management, and artificial substrate stabilization) and GIS and remote sensing based spatio-temporal monitoring to enhance responsive and sustainable reef management.

**Keywords:** benthic community, conservation zoning, coral reef, environmental parameters.



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 mengurangi 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<sup>1</sup>  
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

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 mengikuti kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## **SEBARAN DAN VARIASI SPASIO-TEMPORAL EKOSISTEM TERUMBU KARANG PADA KAWASAN KONSERVASI PULAU PIEH DAN LAUT DI SEKITARNYA**

**EFI NOFERYA M**

Tesis  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Magister pada  
Program Studi Ilmu Kelautan

**PROGRAM MAGISTER ILMU KELAUTAN  
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2025**



Tim Penguji pada Ujian Tesis:

- 1 Dr. Ir. Nyoman Metta N Natih, M.Si
- 2 Dr. Rastina, S.T, M.T



Judul Tesis : Sebaran dan Variasi *Spasio-Temporal* Ekosistem Terumbu Karang pada Kawasan Konservasi Pulau Piek dan Laut di Sekitarnya  
Nama : Efi Noferya M  
NIM : C5501231027

Disetujui oleh

*Omnia*

*CF*

*Meutia*

Pembimbing 1:  
Prof. Dr. Ir. Dietriech Geoffrey Bengen, DEA

Pembimbing 2:  
Prof. Dr. Ir. Neviaty Putri Zamani, M.Sc

Pembimbing 3:  
Dr. Meutia Samira Ismet, S.Si., M.Si

Diketahui oleh



*CF*

*+*

Ketua Program Studi:  
Prof. Dr. Ir. Neviaty Putri Zamani, M.Sc  
NIP. 196410141988032001

Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan:  
Prof. Dr. Ir. Fredinan Yulianda, M.Sc.  
NIP. 196307311988031001

Tanggal Ujian:  
29 Agustus 2025

Tanggal Lulus:



## ©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 mengikuti 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 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 mengulik 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 Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia-Nya sehingga tesis ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan pada bulan Mei 2024 sampai bulan Agustus 2024 dengan judul “Sebaran dan Variasi *Spasio-Temporal* Ekosistem Terumbu Karang pada Kawasan Konservasi Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya”. Tesis ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi magister di Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

Ungkapan terima kasih penulis disampaikan kepada keluarga besar yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya. Penulis mengucapkan terima kasih kepada para pembimbing, Prof. Dr. Ir. Dietriech Geoffrey Bengen, DEA., Prof. Dr. Ir. Neviaty Putri Zamani, M.Sc dan Dr. Meutia Samira Ismet, S.Si., M.Si, yang telah memberikan waktu, dukungan, semangat, serta saran selama kegiatan penelitian hingga penulis menyelesaikan karya ilmiah ini.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia, Badan Penyuluhan dan Pengembangan Sumber Daya Manusia, Pusat Pendidikan Kelautan dan Perikanan yang telah memfasilitasi perkuliahan jenjang Magister untuk penulis melalui beasiswa sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik, serta Loka Kawasan Konservasi Perairan Nasional Pekanbaru yang telah memberikan izin dan kesempatan untuk melaksanakan penelitian pada Kawasan Konservasi Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya.

Secara khusus penulis mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan pegawai Loka Perekayasaan Teknologi Kelautan Wakatobi dan Loka Riset Sumber Daya dan Kerentanan Persisir Bungus atas segala dukungan dan semangatnya selama proses perkuliahan, penelitian, hingga selesainya penyusunan tesis ini.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Ketua Program Studi Ilmu Kelautan, Prof. Dr. Ir. Neviaty Putri Zamani, M.Sc, serta para dosen yang telah melimpahkan ilmu pengetahuannya selama proses belajar mengajar dan berterimakasih kepada teman-teman mahasiswa Ilmu Kelautan angkatan 2023 yang telah berjuang bersama selama kegiatan perkuliahan dan penelitian berlangsung. Penulis juga secara pribadi berterimakasih kepada para anggota Yayasan Minang Bahari, Ryan Adhitia Muslim, dan Fauzi Abdul Kahar Harahap yang telah membantu selama proses pengambilan data di lapangan.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi Pengelola Kawasan konservasi Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya, pihak yang membutuhkan dan juga bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, September 2025

*Efi Noferya M*



## DAFTAR TABEL

xiii

## DAFTAR GAMBAR

xiii

## DAFTAR LAMPIRAN

xiv

## PENDAHULUAN

1

- 1.1 Latar Belakang
- 1.2 Rumusan Masalah
- 1.3 Tujuan
- 1.4 Manfaat
- 1.5 Ruang Lingkup

## METODE

1

- 2.1 Waktu dan Tempat Penelitian
- 2.2 Alat dan Bahan
- 2.3 Prosedur Kerja
- 2.4 Analisis data

## HASIL DAN PEMBAHASAN

10

- 3.1 Parameter Lingkungan Perairan
- 3.2 Komposisi dan Variasi Perubahan Ekosistem Terumbu Karang secara *Spasio-Temporal* pada Zona Konservasi Pulau Pieh dan Laut di Sekitarnya
- 3.3 Karakteristik Parameter Lingkungan dan Asosiasi Komponen Bentik Terumbu dan Komposisi *Lifeform* terhadap Zonasi secara *Spasio-Temporal*

11

## IV SIMPULAN DAN SARAN

22

- 4.1 Simpulan
- 4.2 Saran

27

27

## DAFTAR PUSTAKA

28

## LAMPIRAN

33

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 mengulang kepentingan yang wajar IPB University.

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



## DAFTAR GAMBAR

1	Sketsa kerangka pikir penelitian	4
2	Peta lokasi penelitian pada Kawasan Konservasi Pulau Pieh dan laut di sekitarnya	5
3	Ilustrasi teknik pengambilan data komunitas bentik menggunakan metode UPT	7
4	Pengamatan kondisi terumbu karang Pulau Pieh dan laut di sekitarnya	8
5	Peta sebaran spasial komponen bentik terumbu pada setiap stasiun penelitian (a: Pulau Bando, b: Pulau Air, c: Pulau Pieh, d: Pulau Pandan, e: Pulau Toran) Tahun 2024	12
6	Peta sebaran temporal komponen bentik terumbu pada setiap stasiun penelitian (A: Pulau Bando, B: Pulau Pieh, C: Pulau Pandan D: Pulau Toran, E: Pulau Air). Ukuran lingkaran dari kecil ke besar menunjukkan kondisi Tahun 2021-2024	14
7.	Variasi temporal komponen bentik terumbu pada setiap zona (A: Zona inti, B: Zona pemanfaatan terbatas, C: Zona Rehabilitasi). Ukuran lingkaran dari kecil ke besar menunjukkan kondisi Tahun 2021-2024	15
8	Peta sebaran spasial komposisi <i>lifeform</i> karang pada setiap stasiun penelitian (a: Pulau Bando, b: Pulau Air, c: Pulau Pieh, d: Pulau Pandan, e: Pulau Toran) Tahun 2024	17
9	Peta variasi temporal komposisi <i>lifeform</i> karang pada setiap stasiun penelitian (A: Pulau Bando, B: Pulau Pieh, C: Pulau Pandan D: Pulau Toran, E: Pulau Air). Ukuran lingkaran dari kecil ke besar menunjukkan kondisi Tahun 2021- 2024	20
10	Variasi komposisi <i>lifeform</i> karang setiap zona (A: Zona inti, B: Zona pemanfaatan terbatas, C: Zona Rehabilitasi). Ukuran lingkaran dari kecil ke besar menunjukkan kondisi Tahun 2021-2024	21
11	Hasil Analisis PCA (A: Analisis PCA parameter lingkungan perairan; B: Representasi sebaran stasiun berdasarkan parameter lingkungan pada sumbu F1 dan F2)	23
12	Hasil analisis CA komponen bentik dan komposisi <i>lifeform</i> dengan stasiun penelitian	24

## DAFTAR TABEL

1	Lokasi penelitian pada Kawasan Konservasi Pulau Pieh dan laut di sekitarnya	6
2	Alat dan bahan penelitian	6
3	Baku mutu kondisi lingkungan perairan	7
4	Parameter lingkungan perairan Kawasan Konservasi Pulau Pieh dan laut di sekitarnya tahun 2021–2024	10



1	Dokumentasi Penelitian	34
2	Parameter lingkungan perairan pada Kawasan Konservasi Pulau Pieh dan laut di sekitarnya, Sumatera Barat	35
3	Variasi dan sebaran komponen bentik terumbu pada Kawasan Konservasi Pulau Pieh dan laut di sekitarnya, Sumatera Barat	36
4	Variasi dan sebaran komposisi <i>lifeform</i> pada Kawasan Konservasi Pulau Pieh dan laut di sekitarnya, Sumatera Barat	37
5	Analisis karakteristik parameter lingkungan terhadap sebaran stasiun	38
6	Asosiasi komponen bentik Terumbu dan Komposisi <i>lifeform</i> terhadap sebaran stasiun	39

@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 mengulang kepentingan yang wajar IPB University.