

**DINAMIKA POPULASI *STROMBUS* SPP. SEPANJANG  
GRADIEN EKOLOGIS PESISIR GUGUS PULAU BATAM:  
INTEGRASI MORFOMETRIK, REPRODUKSI, DAN  
KARAKTERISTIK HABITAT**

**INSANIAH RAHIMAH**



**PROGRAM DOKTOR ILMU KELAUTAN  
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2026**

@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 “Dinamika Populasi *Strombus* spp. Sepanjang Gradien Ekologis Pesisir Gugus Pulau Batam: Integrasi Morfometrik, Reproduksi, dan Karakteristik Habitat” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun 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, Juni 2026

Insaniah Rahimah  
NIM. C5601222010



### *@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.

## RINGKASAN

INSANIAH RAHIMAH. Dinamika Populasi *Strombus* spp. Sepanjang Gradien Ekologis Pesisir Gugus Pulau Batam: Integrasi Morfometrik, Reproduksi, dan Karakteristik Habitat. Dibimbing oleh DIETRIECH GEOFFREY BENGEN, ETTY RIANI, WINDARTI dan I WAYAN NURJAYA.

Wilayah pesisir Indo-Pasifik merupakan pusat keanekaragaman hayati moluska laut, termasuk kelompok keong laut *Strombus* spp. yang memiliki nilai ekologis dan ekonomi penting bagi masyarakat pesisir. Di perairan Indonesia, *Strombus* spp. berperan sebagai komponen kunci ekosistem padang lamun dan substrat berpasir, sekaligus menjadi sumber daya perikanan tradisional yang rentan terhadap tekanan eksploitasi dan perubahan lingkungan. Namun demikian, pemahaman yang terintegrasi mengenai variasi morfologi, dinamika reproduksi, serta keterkaitannya dengan kondisi lingkungan pada *Strombus* spp. masih terbatas dan cenderung terfragmentasi.

Disertasi ini bertujuan untuk mengkaji variasi biologis *Strombus* spp. secara komprehensif melalui pendekatan integratif yang mencakup analisis morfologi, biologi reproduksi, dan hubungan lingkungan–biologi. Kajian diawali dengan telaah sistematis literatur (*Systematic Literature Review/SLR*) untuk memetakan perkembangan penelitian *Strombus* spp. di tingkat global, regional Indo-Pasifik, dan nasional. Selanjutnya, penelitian lapangan dilakukan di beberapa pulau pesisir dengan fokus pada tiga spesies utama, yaitu *Laevistrombus canarium*, *Laevistrombus turturella*, dan *Strombus canarium*.

Analisis morfologi menunjukkan adanya variasi proporsi dan karakter cangkang antar spesies dan antar lokasi, yang mencerminkan respons terhadap kondisi habitat dan potensi adaptasi lokal. Kajian biologi reproduksi mengungkap perbedaan strategi reproduksi antar spesies, yang tercermin dari pola Tingkat Kematangan Gonad (TKG), variasi *Gonadosomatic Index* (GSI), fekunditas absolut, serta ukuran pertama matang gonad ( $L_{m50}$ ). *L. canarium* dan *L. turturella* menunjukkan kapasitas reproduksi yang relatif lebih tinggi dan terstruktur secara temporal, sedangkan *S. canarium* memperlihatkan aktivitas reproduksi yang lebih terbatas. Perbandingan antara ukuran pertama matang gonad dan ukuran tangkap menunjukkan bahwa sebagian populasi berpotensi mengalami tekanan eksploitasi sebelum mencapai kematangan seksual.

Keterkaitan antara karakter morfometrik relatif dan kondisi lingkungan dieksplorasi melalui pendekatan multivariat menggunakan *Principal Component Analysis* (PCA). Sebelum analisis dilakukan, seluruh parameter morfometrik dinormalisasi terhadap panjang cangkang (*Shell Length/SL*) untuk mengurangi pengaruh ukuran tubuh absolut dan menekankan variasi bentuk cangkang relatif antar individu dan spesies. Hasil analisis menunjukkan bahwa variabel morfometrik relatif dan lingkungan membentuk gradien utama dalam ruang multivariat yang merepresentasikan diferensiasi bentuk cangkang pada masing-masing habitat.

Secara keseluruhan, disertasi ini menunjukkan bahwa variasi biologis *Strombus* spp. mencerminkan struktur morfometrik yang terbentuk sepanjang gradien lingkungan pesisir. Hasil PCA secara konsisten mengidentifikasi dua komponen utama, yaitu gradien konfigurasi proporsi morfologi relatif (PC1) yang dibentuk oleh kombinasi beberapa parameter dimensi cangkang (SL, BWL, AL,

SW, SD, MW), serta gradien bentuk morfologi (PC2) yang dikendalikan oleh *trade-off* antara ketebalan bibir (LT) dan jumlah pusaran (WA). Distribusi spesies menunjukkan pola diferensiasi yang jelas, dimana *L. canarium* cenderung menunjukkan konfigurasi morfologi dengan perkembangan dimensi cangkang dan bibir luar yang lebih dominan, *S. canarium* lebih terkait dengan karakter jumlah pusaran dan struktur ulir, sementara *L. turturella* bersifat intermediet dengan tingkat tumpang tindih yang tinggi. Secara spasial, pola ini membentuk gradien dari kondisi yang relatif homogen di Pulau Galang hingga diferensiasi konfigurasi morfometrik relatif yang lebih terstruktur di Pulau Panjang, yang mengindikasikan bahwa variasi morfologi berkembang secara bertahap sebagai respons terhadap heterogenitas habitat. Temuan ini menegaskan bahwa struktur morfometrik *Strombus* spp. merupakan hasil integrasi respons jangka panjang terhadap kondisi lingkungan, serta memberikan dasar ilmiah penting bagi pengelolaan sumber daya pesisir.

Kata kunci: *Strombus* spp.; morfometrik; biologi reproduksi; PCA; gradien lingkungan; ekologi pesisir

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

INSANIAH RAHIMAH. Population Dynamics of *Strombus* spp. Across the Coastal Ecological Gradient of the Batam Archipelago: Integrating Morphometric, Reproductive, and Habitat Characteristics. Supervised by DIETRIECH GEOFFREY BENGEN, ETTY RIANI, WINDARTI and I WAYAN NURJAYA.

The Indo-Pacific coastal region represents one of the world's major centers of marine molluscan biodiversity, including the marine gastropod group *Strombus* spp., which possesses important ecological and economic value for coastal communities. In Indonesian waters, *Strombus* spp. play a significant role as key components of seagrass and sandy substrate ecosystems, while simultaneously serving as traditional fishery resources that are vulnerable to exploitation pressure and environmental changes. Nevertheless, integrated understanding regarding morphological variation, reproductive dynamics, and their relationship with environmental conditions in *Strombus* spp. remains relatively limited and fragmented.

This dissertation aims to comprehensively examine the biological variation of *Strombus* spp. through an integrative approach encompassing morphological analysis, reproductive biology, and environment–biology interactions. The study began with a Systematic Literature Review (SLR) to map the development of *Strombus* spp. research at global, Indo-Pacific regional, and national scales. Subsequently, field studies were conducted across several coastal islands focusing on three principal species, namely *Laevistrombus canarium*, *Laevistrombus turturella*, and *Strombus canarium*.

Morphological analysis revealed variations in shell proportions and characteristics among species and sampling locations, reflecting responses to habitat conditions and potential local adaptation. Reproductive biology analyses demonstrated interspecific differences in reproductive strategies, as reflected by Gonad Maturity Stage (GMS) patterns, variations in the Gonadosomatic Index (GSI), absolute fecundity, and size at first maturity ( $L_{m50}$ ). *L. canarium* and *L. turturella* exhibited relatively higher and temporally structured reproductive capacities, whereas *S. canarium* displayed more limited reproductive activity. Comparisons between size at first maturity and capture size indicated that part of the populations may experience exploitation pressure before reaching sexual maturity.

The relationship between relative morphometric characteristics and environmental conditions was examined using a multivariate approach through Principal Component Analysis (PCA). Prior to analysis, all morphometric parameters were normalized against shell length (SL) to reduce the influence of absolute body size and emphasize relative shell shape variation among individuals and species. The analysis demonstrated that relative morphometric variables and environmental factors formed major gradients within multivariate space, representing shell shape differentiation across habitats.

Overall, this dissertation demonstrates that the biological variation of *Strombus* spp. reflects morphometric structures that develop along coastal environmental gradients. PCA consistently identified two principal components: a gradient of relative morphometric proportion configuration (PC1) formed by the

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



combination of several shell dimension parameters (SL, BWL, AL, SW, SD, and MW), and a morphological shape gradient (PC2) governed by the trade-off between outer lip thickness (LT) and whorl number (WA). Species distribution exhibited clear differentiation patterns, where *L. canarium* tended to display morphometric configurations characterized by more dominant shell dimensions and outer lip development, *S. canarium* was more closely associated with whorl number and shell spiral structure, whereas *L. turturella* occupied an intermediate position with relatively high morphometric overlap. Spatially, these patterns formed a gradient from relatively homogeneous conditions in Galang Island to more structured relative morphometric differentiation in Panjang Island, indicating that morphological variation develops gradually in response to habitat heterogeneity. These findings confirm that the morphometric structure of *Strombus* spp. represents the result of long-term integrated responses to environmental conditions, while also providing an important scientific basis for sustainable coastal resource management.

**Keywords:** *Strombus* spp.; morphometrics; reproductive biology; PCA; environmental gradient; coastal ecology

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.



© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026  
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 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 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.



**DINAMIKA POPULASI *STROMBUS* SPP. SEPANJANG  
GRADIEN EKOLOGIS PESISIR GUGUS PULAU BATAM:  
INTEGRASI MORFOMETRIK, REPRODUKSI, DAN  
KARAKTERISTIK HABITAT**

**INSANIAH RAHIMAH**

Disertasi  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Doktor pada  
Program Studi Ilmu Kelautan

**PROGRAM DOKTOR ILMU KELAUTAN  
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2026**

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 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. Prof. Dr. Ir. Dedi Soedharma., DEA
2. Dr. Ir. Safar Dody., M.Si

**Promotor Luar Komisi Pembimbing pada Sidang Promosi Disertasi:**

1. Prof. Dr. Ir. Dedi Soedharma., DEA
2. Dr. Ir. Safar Dody., M.Si



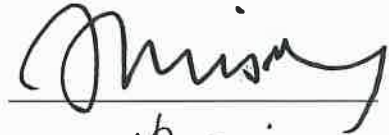
Judul Disertasi : Dinamika Populasi *Strombus* spp. Sepanjang Gradien Ekologis Pesisir Gugus Pulau Batam: Integrasi Morfometrik, Reproduksi, dan Karakteristik Habitat

NIM : C5601222010

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

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



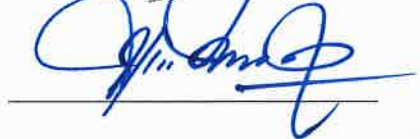
Pembimbing 2:  
Prof. Dr. Ir. Ety Riani, M.S



Pembimbing 3:  
Dr. Windarti., M.Sc



Pembimbing 4:  
Dr. Ir. I Wayan Nurjaya., M.Sc



Diketahui oleh

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



Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan:  
Dr. Beginer Subhan, S.Pi., M.Si  
NIP. 198001182005011003



Tanggal Ujian: 25 Mei 2026

Tanggal Lulus:

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 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. Penelitian ini dilaksanakan bulan Mei 2024 dan Oktober 2024 dengan judul “Dinamika Populasi *Strombus* spp. Sepanjang Gradien Ekologis Pesisir Gugus Pulau Batam: Integrasi Morfometrik, Reproduksi, dan Karakteristik Habitat”. Disertasi ini merupakan hasil proses pembelajaran, penelitian, dan refleksi ilmiah penulis selama menempuh pendidikan doctoral di bidang biologi perikanan dan kelautan.

Penyusunan disertasi ini tidak terlepas dari bimbingan, arahan, dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang tulus kepada promotor Bapak Prof. Dr. Ir. Dietrich Geoffrey Bengen, D.E.A. dan ko-promotor Ibu Prof. Dr. Ir. Etty Riani., M.S, Ibu Dr. Windarti., M.Sc dan Bapak Dr. Ir. I Wayan Nurjaya., M.Sc. Penguji luar komisi pembimbing Bapak Prof. Dr. Ir. Dedi Soedharma, DEA. dan Bapak Dr. Ir. Safar Dody M.Si. atas kesabaran, masukan ilmiah, serta dorongan intelektual yang sangat berarti dalam membentuk cara berpikir kritis dan sistematis penulis selama proses penelitian.

Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Dekan FPIK IPB, Bapak Dr. Beginer Subhan, S.Pi., M.Si, pimpinan program studi Ibu Prof. Dr. Ir. Neviaty Putri Zamani, M.Sc, Dosen GKM Ibu Dr. Adriani, S.Pi, M.Si, para dosen, serta staf akademik yang telah mendukung kelancaran studi. Apresiasi khusus penulis berikan kepada rekan-rekan peneliti, teknisi lapangan dan laboratorium, serta masyarakat di lokasi penelitian yang telah membantu dalam proses pengumpulan data dan memberikan pengalaman empiris yang sangat berharga.

Teman-teman S3 IKL 2022, Dr. Camelia Tito, Dr. Zulham Apandy Harahap, Rustam Effendi Paembonan, Rikoh M Siringoringo, Putri Mudlika, Agus Kusnadi, Tri Handayani, M. Agung Nugraha, telah menjadi teman diskusi dan saling mendukung selama perkuliahan.

Secara personal, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada keluarga atas doa, kesabaran, dan dukungan moral yang tak pernah terputus sepanjang perjalanan studi ini terkhusus untuk ananda Farah Khalidah Al Azizi. Dukungan tersebut menjadi sumber kekuatan utama bagi penulis dalam menghadapi berbagai tantangan akademik dan nonakademik.

Penulis menyadari bahwa disertasi ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang konstruktif sangat diharapkan demi penyempurnaan di masa mendatang. Semoga disertasi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang biologi perikanan dan kelautan, serta bagi para pemangku kepentingan terkait.

Bogor, Juni 2026

*Insaniah Rahimah*



### @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.

## DAFTAR ISI

|  |           |
|--|-----------|
| DAFTAR TABEL   | xvii      |
| DAFTAR GAMBAR  | xvii      |
| <b>I PENDAHULUAN</b>   | <b>1</b>  |
| 1.1 Latar Belakang   | 1         |
| 1.2 Sintesa Literatur dan Identifikasi Kesenjangan Penelitian  | 2         |
| 1.3 Rumusan Masalah  | 3         |
| 1.4 Tujuan Penelitian  | 3         |
| 1.5 Manfaat Penelitian   | 3         |
| 1.6 Kebaruan ( <i>novelty</i> )  | 4         |
| 1.7 Kerangka Penelitian  | 4         |
| <b>II SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW: STATUS DAN ARAH PENELITIAN <i>STROMBUS</i> SPP. PADA SKALA REGIONAL DAN NASIONAL</b> | <b>6</b>  |
| 2.1 Pendekatan Kajian Sistematis dan Ruang Lingkup Kajian <i>Strombus</i> spp.   | 6         |
| 2.2 Pola Spasio – Temporal Penelitian <i>Strombus</i> spp.   | 8         |
| 2.3 Fokus Tematik dan Arah Pendekatan Penelitian <i>Strombus</i> spp.  | 11        |
| 2.3.1 Distribusi Fokus Tematik Penelitian  | 11        |
| 2.3.2 Orientasi Tujuan dan Pendekatan Penelitian   | 14        |
| 2.3.3 Implikasi berdasarkan Pola tujuan dan pendekatan   | 14        |
| 2.4 Implikasi Berdasarkan Keseluruhan Hasil SLR  | 15        |
| 2.5 Pembahasan   | 16        |
| 2.6 Sintesis SLR dan Dasar Pengembangan Penelitian Empiris   | 16        |
| <b>III POLA PERTUMBUHAN DAN VARIASI MORFOMETRIK <i>STROMBUS</i> SPP., DI PERAIRAN BATAM</b>                              | <b>18</b> |
| 3.1 Pendahuluan  | 18        |
| 3.2 Tujuan Penelitian  | 19        |
| 3.3 Metodologi   | 19        |
| 3.3.1 Lokasi dan Objek Penelitian  | 19        |
| 3.3.2 Identifikasi Spesies dan Pengukuran Morfometrik  | 20        |
| 3.3.3 Analisis Data Morfometrik dan Pola Pertumbuhan   | 21        |
| 3.4 Hasil dan Pembahasan   | 22        |
| 3.4.1 Identifikasi Spesies dan Variasi Morfometrik   | 22        |
| 3.4.2 Analisa Morfometrik antar Spesies <i>Strombus</i>  | 24        |
| 3.4.3 Hubungan antar Karakter Morfometrik  | 27        |
| 3.4.4 Pola Pertumbuhan <i>Strombus</i> spp.  | 30        |
| 3.5 Sintesa Hasil Analisis Morfometrik <i>Strombus</i> spp.  | 30        |
| <b>IV BIOLOGI REPRODUKSI DAN DINAMIKA <i>STROMBUS</i> SPP.</b>   | <b>32</b> |
| 4.1 Pendahuluan  | 32        |
| 4.2 Tujuan Penelitian  | 33        |
| 4.3 Metodologi.  | 33        |
| 4.3.1 Pengumpulan Sampel dan Lokasi Penelitian   | 33        |
| 4.3.2 Parameter Biologi Reproduksi yang Dianalisis   | 34        |

|         |   |    |
|---------|---|----|
| 4.4     | Hasil dan Pembahasan  | 38 |
| 4.4.1   | Faktor Kondisi (Kn) dan Investasi Reproduksi                              | 38 |
| 4.4.2   | Rasio Kelamin dan Implikasinya terhadap Struktur Populasi                 | 38 |
| 4.4.3   | Tingkat Kematangan Gonad dan Dinamika Reproduksi                          | 40 |
| 4.4.4   | Fekunditas dan Variasinya   | 42 |
| 4.4.5   | Pola Musim Pemijahan <i>Strombus</i> spp.                                 | 48 |
| 4.4.6   | Ukuran Pertama Matang Gonad (Lm <sub>50</sub> )                           | 50 |
| 4.5     | Ringkasan Hasil Reproduksi dan Implikasi Awal                             | 53 |
|         | INTEGRASI VARIASI MORFOMETRIK DAN KONTEKS LINGKUNGAN <i>STROMBUS</i> SPP. | 55 |
| 5.1     | Pendahuluan   | 55 |
| 5.2     | Tujuan Penelitian   | 55 |
| 5.3     | Metodologi Penelitian   | 55 |
| 5.3.1   | Lokasi Penelitian   | 55 |
| 5.3.2   | Parameter Biologis yang Digunakan dalam Analisis                          | 56 |
| 5.3.3   | Variabel Lingkungan dan Teknik Sampling                                   | 56 |
| 5.3.4   | Pendekatan Analisis Multivariat Lingkungan–Biologi (PCA)                  | 57 |
| 5.4     | Hasil dan Pembahasan  | 58 |
| 5.4.1   | Karakteristik Lingkungan  | 58 |
| 5.4.2   | Pola Variasi Morfometrik dalam Ruang PCA                                  | 59 |
| 5.4.2.1 | Pulau Rempang   | 59 |
| 5.4.2.2 | Pulau Galang  | 62 |
| 5.4.2.3 | Pulau Panjang   | 64 |
| 5.4.3   | Interpretasi Ekologi Variasi Morfometrik                                  | 66 |
| 5.5     | Sintesis Integratif Lingkungan – Morfologi <i>Strombus</i> spp.           | 67 |
| VI      | PEMBAHASAN UMUM   | 70 |
| 6.1     | Kajian <i>Strombus</i> spp. dalam Konteks Indo-Pasifik dan Indonesia      | 70 |
| 6.4     | Integrasi Morfologi–Reproduksi–Lingkungan                                 | 73 |
| 6.5     | Implikasi Ekologi dan Pengelolaan   | 74 |
| 6.6     | Kontribusi Ilmiah   | 75 |
| VII     | KESIMPULAN DAN REKOMENDASI  | 77 |
| 7.1     | Kesimpulan  | 77 |
| 7.2     | Rekomendasi   | 77 |
|         | DAFTAR PUSTAKA  | 79 |
|         | RIWAYAT HIDUP   | 87 |

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.

## DAFTAR TABEL

|    |   |    |
|----|---|----|
| 1  | Kriteria inklusi dan eksklusi   | 7  |
| 2  | Distribusi geografis spesies <i>Strombus</i> spp. mencakup negara pelaporan dan pengelompokan wilayah biogeografi utama                               | 9  |
| 3  | Rerata ( $\pm$ SD) dan kisaran parameter morfometrik cangkang serta berat daging tiga spesies <i>Strombus</i> dari Pulau Galang, Rempang, dan Panjang | 27 |
| 4  | Hasil uji Kruskal-Wallis terhadap parameter morfometrik antar tiga spesies <i>Strombus</i>  | 27 |
| 5  | Hasil uji lanjut Dunn dengan koreksi Bonferroni pada parameter morfometrik yang berbeda signifikan antar spesies <i>Strombus</i>                      | 27 |
| 6  | Nilai eigen, persentase variasi, dan variasi kumulatif dari hasil PCA terhadap parameter morfometrik <i>Strombus</i> spp.                             | 28 |
| 7  | Nilai faktor loading parameter morfometrik <i>Strombus</i> spp. pada dua komponen utama pertama (PC1 dan PC2)   | 28 |
| 8  | Pola pertumbuhan <i>Strombus</i> spp.   | 30 |
| 9  | Skala kematangan gonad makroskopis <i>Strombus</i> spp.   | 36 |
| 10 | Nilai faktor kondisi relatif (Kn) <i>Strombus</i> spp. berdasarkan jenis kelamin di Pulau Rempang, Galang, dan Panjang                                | 38 |
| 11 | Rasio kelamin bulanan <i>Strombus</i> spp. berdasarkan hasil uji chi-kuadrat ( $\chi^2$ ) selama periode pengamatan                                   | 39 |
| 12 | Diameter rata-rata oosit matang pada gonad betina <i>Strombus</i> spp. yang digunakan dalam analisis fekunditas                                       | 45 |
| 13 | Hubungan antara ukuran pertama matang gonad ( $L_{m50}$ ) dan ukuran pertama tertangkap ( $L_{c50}$ ) <i>Strombus</i> spp.                            | 52 |
| 14 | Parameter lingkungan pada Pulau Galang, Rempang dan Panjang   | 58 |
| 15 | Proporsi variasi yang dijelaskan oleh komponen utama pada Pulau Rempang   | 60 |
| 16 | Nilai <i>loading variable</i> morfometrik pada komponen utama (PC1 dan PC2), Pulau Rempang  | 60 |
| 17 | Proporsi variasi yang dijelaskan oleh komponen utama pada Pulau Galang  | 62 |
| 18 | Nilai <i>loading variable</i> morfometrik pada komponen utama (PC1 dan PC2), Pulau Galang   | 63 |
| 19 | Proporsi variasi yang dijelaskan oleh komponen utama pada Pulau Panjang   | 64 |
| 20 | Nilai <i>loading variable</i> morfometrik pada komponen utama (PC1 dan PC2), Pulau Panjang  | 65 |

## DAFTAR GAMBAR

|   |  |   |
|---|--|---|
| 1 | Kerangka pemikiran penelitian  | 5 |
| 2 | Tahapan tinjauan sistematis (berbasis PRISMA)  | 6 |
| 3 | Distribusi geografis publikasi <i>Strombus</i> spp. berdasarkan wilayah Indo-Pasifik | 8 |

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.

|    |  |    |
|----|--|----|
| 4  | Distribusi geografis publikasi <i>Strombus</i> spp. wilayah Indo Pasifik   | 10 |
| 5  | Sebaran penelitian <i>Strombus</i> spp. di Indonesia   | 10 |
| 6  | Jumlah publikasi <i>Strombus</i> spp. di Indonesia per tahun (2014-2024)   | 11 |
| 7  | Distribusi jumlah publikasi berdasarkan bidang penelitian <i>Strombus</i> spp. di kawasan Indo-Pasifik (2014–2024)           | 11 |
| 8  | Dinamika jumlah publikasi <i>Strombus</i> spp. per tahun (2014–2024) berdasarkan bidang penelitian                           | 13 |
| 9  | Distribusi fokus tematik penelitian <i>Strombus</i> spp. di Indonesia (2014 – 2024)  | 13 |
| 10 | Distribusi jenis sampel penelitian <i>Strombus</i> spp. di Indonesia (2014–2024)   | 14 |
| 11 | Lokasi pengambilan sampel <i>Strombus</i> spp.   | 20 |
| 12 | Karakter morfologi cangkang spesies <i>Strombus</i> spp.   | 21 |
| 13 | Karakter morfologi cangkang <i>Strombus</i> spp.   | 23 |
| 14 | Distribusi frekuensi panjang cangkang (A) <i>L. canarium</i> , (B) <i>L. turturella</i> , dan (C) <i>S. canarium</i>         | 24 |
| 15 | Plot PCA berdasarkan karakter morfometrik tiga spesies <i>Strombus</i>   | 29 |
| 16 | Matriks korelasi Pearson antar karakter morfometrik pada tiga spesies <i>Strombus</i>  | 29 |
| 17 | Hubungan SL dan MW pada (A) <i>L. canarium</i> , (B) <i>L. turturella</i> , dan (C) <i>S. canarium</i>                       | 30 |
| 18 | Penentuan volume gonad <i>Strombus</i> spp. menggunakan tabung suntik berskala (metode volumetrik)                           | 34 |
| 19 | Perbedaan organ reproduksi jantan (A) dan betina (B) pada <i>Strombus</i> spp. berdasarkan pengamatan makroskopis            | 35 |
| 20 | Distribusi tingkat kematangan gonad jantan <i>Strombus</i> spp. per bulan  | 41 |
| 21 | Distribusi tingkat kematangan gonad betina <i>Strombus</i> spp. per bulan  | 41 |
| 22 | Karakter histologi gonad betina matang <i>Strombus</i> spp. sebagai dasar analisis fekunditas                                | 44 |
| 23 | Variasi fekunditas absolut bulanan <i>Strombus</i> spp. pada lokasi pengamatan selama periode Juni–Oktober 2024              | 46 |
| 24 | Hubungan antara fekunditas absolut dengan panjang total, berat total, dan berat gonad pada <i>L. canarium</i>                | 47 |
| 25 | Hubungan antara fekunditas absolut dengan panjang total, berat total, dan berat gonad pada <i>L. turturella</i>              | 47 |
| 27 | Hubungan antara fekunditas absolut dengan panjang total, berat total, dan berat gonad pada <i>S. canarium</i>                | 48 |
| 28 | Rata-rata nilai GSI bulanan <i>L. canarium</i> , <i>L. turturella</i> , dan <i>S. canarium</i>                               | 49 |
| 29 | Distribusi nilai GSI per bulan pada tiga lokasi pengamatan (Rempang, Galang, dan Panjang) untuk <i>L. canarium</i>           | 49 |
| 30 | Distribusi nilai GSI per bulan pada tiga lokasi pengamatan (Rempang, Galang, dan Panjang) untuk <i>L. turturella</i>         | 50 |
| 31 | Distribusi nilai GSI per bulan pada tiga lokasi pengamatan (Rempang, Galang, dan Panjang) untuk <i>S. canarium</i>           | 50 |
| 32 | Perbandingan ukuran pertama matang gonad ( $Lm_{50}$ ) dan ukuran pertama tertangkap ( $Lc_{50}$ ) pada <i>Strombus</i> spp. | 52 |
| 33 | Karakteristik pasang surut pada lokasi penelitian di Gugus Pulau Batam   | 59 |

|    |   |    |
|----|---|----|
| 34 | <i>Scree plot</i> PCA (nilai eigen komponen utama) berdasarkan data morfometrik Strombidae di Pulau Rempang | 60 |
| 35 | Biplot PCA morfometrik <i>Strombus</i> spp. di Pulau Rempang berdasarkan PC1 dan PC2.                       | 61 |
| 36 | <i>Scree plot</i> PCA (nilai eigen komponen utama) berdasarkan data morfometrik Strombidae di Pulau Galang  | 62 |
| 37 | Biplot PCA morfometrik <i>Strombus</i> spp. di Pulau Galang berdasarkan PC1 dan PC2                         | 63 |
| 38 | <i>Scree plot</i> PCA (nilai eigen komponen utama) berdasarkan data morfometrik Strombidae di Pulau Panjang | 65 |
| 39 | Biplot PCA morfometrik <i>Strombus</i> spp. di Pulau Panjang berdasarkan PC1 dan PC2                        | 66 |
| 40 | Model integratif antara faktor lingkungan, variasi morfometrik, dan distribusi spesies                      | 69 |

@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.