IPB University
Bogor Indonesia
@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.
IPB University
Perpustakaan IPB University

DINAMIKA SPASIO-TEMPORAL YUWANA KARANG KERAS (*Scleractinia* dan *Non Scleractinia*) DI PERAIRAN PESISIR DAN PULAU-PULAU KECIL INDONESIA

MUHAMMAD ABRAR

PROGRAM DOKTOR ILMU KELAUTAN
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

IPB University
Bogor Indonesia

PERNYATAAN MENGENAI DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi dengan judul "Dinamika Spasio-Temporal Yuwana Karang Keras (*Scleractinia* dan *Non Scleractinia*) di Perairan Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil Indonesia" adalah karya saya dengan arahan dari komisi 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 laporan disertasi ini.

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

Bogor, Juli 2025

Muhammad Abrar
C561190122

@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.
Perpustakaan 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

IPB University
Bogor Indonesia

RINGKASAN

MUHAMMAD ABRAR. Dinamika Spasio-Temporal Yuwana Karang Keras (*Scleractinia* dan *Non Scleractinia*) di Perairan Pesisir dan Pulau-pulau Kecil Indonesia. Dibimbing oleh DIETRIECH GEOFFREY BENGEN, NEVIATY PUTRI ZAMANI dan SUHARSONO.

Ekosistem terumbu karang perairan Indonesia bagian dari ekoregion laut dunia, dikenal sebagai pusat segitiga karang dengan keanekaragaman hayati laut paling tinggi. Terumbu karang, terutama di perairan laut Banda dan utara-barat Papua sekitarnya tercatat sebagai wilayah dengan keanekaragaman jenis karang paling tinggi dengan total 569 spesies, yang mana dilaporkan jumlah spesies Acropora paling tinggi, beberapa spesies karang endemik dan jenis-jenis dengan sebaran terbatas. Pada terumbu karang sehat, komunitas karang berperan penting sebagai spesies kunci dan komponen utama pembentuk struktur terumbu habitat bagi biota laut lainnya. Pemeliharaan dan keberlanjutan populasi dan komunitas karang sangat bergantung pada proses rekrutmen, yang mencakup tahapan sebelum dan setelah penempelan larva karang. Keberhasilan pada tahapan setelah penempelan larva (tahapan yuwana dan transisi menjadi dewasa) dipengaruhi oleh ketersediaan substrat yang stabil dan interaksi dengan faktor biotik dan abiotik terumbu karang. Oleh karena itu, pemahaman tentang dinamika populasi karang pada tahapan hidup awal, khususnya pada fase yuwana, sangat penting dalam memahami dan menjaga keberlanjutan ekosistem terumbu karang terutama setelah mengalami kerusakan.

Penelitian mengenai dinamika spasio-temporal yuwana karang bertujuan untuk inventarisasi komposisi jenis (tingkat marga) dan analisis variasi kekayaan jenis, kehadiran dan kelimpahannya di perairan pesisir serta pulau-pulau kecil Indonesia. Penelitian ini juga bertujuan untuk menjelaskan pola distribusi spasio-temporal yuwana karang antara lokasi terumbu, ekoregion laut, dan antara wilayah barat dan timur Indonesia. Menguraikan dan memahami hubungan antara bentik terumbu dan biota asosiasi serta prediksi dinamika populasinya. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan manfaat dalam melengkapi dan memperkaya data dasar pemantauan kesehatan terumbu karang nasional, khususnya pada tahapan hidup awal (yuwana dan sub/dewasa), serta berkontribusi pada pengetahuan baru dalam demografi populasi karang. Ketersediaan data dasar yang lengkap pada tahapan yuwana karang mendukung dalam penilaian suksesi komunitas karang, resiliensi, dan pemulihan terumbu karang bagi upaya konservasi dan restorasi terumbu karang.

Hasil inventarisasi kekayaan jenis ditemukan total 63 marga dari 17 famili pada tahapan yuwana dan 50 marga dari 15 famili pada tahapan sub/dewasa, umumnya dari marga Porites, Acropora, dan Montipora yang menunjukkan pergeseran dari tahap yuwana ke sub/dewasa dan perubahan komposisi jenis yang mencerminkan proses suksesi ekologi. Sekitar 74,39% kekayaan marga Ordo Scleractinia ditemukan pada tahap yuwana ini, namun jumlahnya berkurang pada tahap sub/dewasa sebagai bentuk strategi berbeda pada setiap tahapan hidup masing-masing marga seperti tipe reproduksi, perbedaan laju pertumbuhan, kemampuan adaptasi dan tingkat kematian. Marga karang dari famili seperti Acroporidae, Poritidae dan Pocilloporidae memiliki strategi reproduksi yang efisien dalam skala luas, sedangkan Poritidae dan Faviidae lebih adaptif terhadap tekanan lokal, namun rentan pada tingkatan hidup tertentu, sementara famili dengan kehadiran rendah seperti Trachyphyllidae, Milleporidae dan Helioporidae lebih sensitif terhadap gangguan dan memiliki rentang habitat terbatas. Penurunan kekayaan marga dan kelimpahan individu pada tahap sub/dewasa disebabkan oleh kompetisi ruang dan pertumbuhan cepat spesies dominan dan biota bentik lainnya, sehingga pemantauan ekosistem terumbu karang dan konservasi habitat dan sangat

@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.
IPB University
Perpustakaan IPB University

penting untuk mendukung kelompok karang yang lebih rentan dan minoritas. Studi ini memberikan pemahaman baru tentang komposisi jenis komunitas karang dan kontribusinya pada pengetahuan keanekaragaman karang di perairan Indonesia.

Temuan penelitian ini mengungkapkan adanya variasi signifikan dalam sebaran kekayaan marga dan kelimpahan individu yuwana karang di perairan Indonesia. Lokasi seperti Buton dan Kendari, menunjukkan kekayaan yang lebih tinggi, sedangkan kelimpahan lebih tinggi ditemukan di TWP Pieh, Buton, Nias, Makasar dan Kendari, lokasi seperti Mentawai dan Kepulauan Seribu menunjukan kekayaan marga dan kelimpahan rendah. Ekoregion Laut Banda dan Selat Makasar memiliki kekayaan marga dan kelimpahan yuwana tinggi, sedangkan Lesser Sunda dan Papua terendah, meskipun ditemukan perbedaan keanekaragaman jenis antara wilayah timur dan barat namun variasinya tidak signifikan. Faktor lingkungan, seperti interaksi spesies dan karakteristik habitat berkontribusi pada pola sebaran ini, namun faktor lain seperti kenaikan suhu penyebab pemutihan karang dan tekanan antropogenik berdampak terhadap penurunan populasi dan keanekaragaman jenis karang pada tahapan yuwana dan sub dewasa. Selain itu, baik kekayaan marga maupun kepadatan individu karang bervariasi signifikan antar lokasi, ekoregion serta wilayah barat dan timur yang mana tahapan yuwana secara konsisten lebih tinggi dibandingkan sub/dewasa. Perubahan kelimpahan individu dan kekayaan marga dari tahapan yuwana ke sub/dewasa juga teramati, yang mana kelas ukuran K1 (<1 cm) lebih rendah, kemudian lebih tinggi pada K2 (ukuran >1-3 cm) dan kembali lebih rendah pada kelas ukuran K3 (>3-5 cm dan K4 (>5-10 cm). Perubahan struktur dan komposisi populasi karang pada kelas ukuran ini menunjukan perbedaan kemampuan bertahan hidup dan tingkat kematian karang menjelang dewasa, menambah pemahaman terhadap dinamika populasi karang pada tahapan hidup awal dan implementasinya pada upaya konservasi dan restorasi terumbu karang.

Kelangsungan hidup karang setelah penempelan larva, terutama pada tahapan yuwana dan transisi ke dewasa (sub/dewasa), dipengaruhi oleh karakteristik dan interaksi mereka dengan bentik terumbu karang. Secara umum karakteristik bentik terumbu dicirikan oleh dominasi karang mati beralga sebagai komponen abiotik, sedangkan karang hidup mendominasi dari komponen biotik. Kelimpahan yuwana karang dan tahapan sub/dewasa berkorelasi positif dengan kondisi bentik terumbu karang, khususnya substrat karang mati yang stabil dan substrat batuan sedangkan dengan komunitas karang dewasa menunjukan hubungan yang *non linier*. Informasi ini penting untuk menilai resiliensi dan upaya pemulihan terumbu karang setelah mengalami tekanan serta upaya restorasi dan strategi konservasi terumbu karang yang berkelanjutan. Secara keseluruhan, Temuan ini menyoroti pentingnya kondisi geomorfologi pesisir dan pulau-pulau kecil, topografi terumbu, kondisi perairan dan interaksi ekologi bentik terumbu bagi pertumbuhan dan kelulusan hidup karang pada tahapan yuwana dan dinamika nya secara spasio-temporal

Kata Kunci: bentik terumbu, ikan terumbu, karang sub/dewasa, megabentos, yuwana karang

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 University
IPB University
Perpustakaan IPB University

IPB University
Bogor Indonesia

SUMMARY

MUHAMMAD ABRAR. Spatio-Temporal Dynamics of Juvenile Hard Corals (*Scleractinia* and *Non-Scleractinia*) in the Coastal Waters and Small Islands of Indonesia. Supervised by DIETRIECH GEOFFREY BENGEN, NEVIATY PUTRI ZAMANI, and SUHARSONO.

The coral reef ecosystem of Indonesian waters is part of the world's marine ecoregion, known as the Coral Triangle with the highest marine biodiversity. Coral reefs, especially in the Banda Sea and the north-western waters of Papua, are recorded as areas with the highest coral species diversity, total of 569 coral species, with the highest number of Acropora species reported, several endemic coral species, and species with limited distribution. In healthy coral reefs, coral communities play a crucial role as keystone species and the main structural components of the reef habitat for others marine biota. The maintenance and sustainability of coral populations and communities highly depend on the recruitment process, which includes the stages before and after the settlement of coral larvae. The success in the stages after larval settlement (the juvenile stage and the transition to adulthood) is influenced by the availability of stable substrates and interactions with biotic and abiotic factors of the coral reef. Therefore, understanding the dynamics of coral populations during the early life stages, particularly in the juvenile phase, is crucial in comprehending and maintaining the sustainability of coral reef ecosystems, especially after reef degradation.

Research on the spatio-temporal dynamics of juvenile corals aims to inventory species composition (at the genus level) and analyse variations in species richness, presence, and abundance in the coastal waters and small islands of Indonesia. This research also aims to explain the spatio-temporal distribution patterns of juvenile corals between reef locations, marine ecoregions, and between the western and eastern regions of Indonesia. Describing and understanding the relationship between reef benthos and associated biota, as well as predicting their population dynamics. The research results are expected to provide benefits in complementing and enriching the basic data for monitoring the health of national coral reefs, particularly in the early life stages (juvenile and sub/adult), as well as contributing to new knowledge in coral population demographics. The availability of comprehensive baseline data at the juvenile stage of corals supports the assessment of coral community succession, resilience, and recovery for coral conservation and restoration efforts.

The results of the species richness inventory found a total of 63 genera from 17 families at the juvenile stage and 50 genera from 15 families at the sub/adult stage, generally from the Porites, Acropora, and Montipora, which show a shift from the juvenile stage to the sub/adult stage and changes in species composition that reflect the process of ecological succession. About 74.39% of the genus richness of the Order Scleractinia was found at the juvenile stage, but the number decreased at the sub/adult stage as a form of different strategies at each life stage of each genus, such as reproduction type, growth rate differences, adaptability, and mortality rate. Coral genera from families such as Acroporidae, Poritidae, and Pocilloporidae have efficient reproductive strategies on a large scale, while Poritidae and Faviidae are more adaptive to local pressures but vulnerable at certain life stages. In contrast, families with low presence such as Trachyphyllidae, Milleporidae, and Helioporidae are more sensitive to disturbances and have limited habitat ranges. The decline in genus richness and individual abundance at the sub/adult stage is caused by spatial competition and the rapid growth of dominant species and other benthic biota, making coral reef ecosystem monitoring and habitat conservation crucial to support more vulnerable and

@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.
Perpustakaan IPB University

IPB University
Bogor Indonesia

minority coral groups. This study provides new insights into the composition of coral community types and their contribution to the knowledge of coral diversity in Indonesian waters.

The findings of this study reveal significant variations in the distribution of genus richness and the abundance of coral reef fish in Indonesian waters. Locations such as Buton and Kendari show higher richness, while higher abundance is found in TWP Pieh, Buton, Nias, Makasar, and Kendari. Locations like Mentawai and Kepulauan Seribu show low richness and abundance. The Banda Sea and Makassar Strait ecoregions have high genus richness and juvenile abundance, while the Lesser Sunda and Papua regions have the lowest, although differences in species diversity between the eastern and western regions were found, the variation is not significant. Environmental factors, such as species interactions and habitat characteristics, contribute to this distribution pattern, however, other factors like rising temperatures causing coral bleaching and anthropogenic pressures impact the decline in coral population and diversity at the juvenile and sub-adult stages. Additionally, both species richness and coral density vary significantly among locations, ecoregions, and the western and eastern regions, with the juvenile stage consistently being higher than the sub/adult stage. Changes in individual abundance and species richness from the juvenile to sub/adult stages are also observed, where the size class K1 (<1 cm) is lower, then higher in K2 (size >1-3 cm), and again lower in size classes K3 (>3-5 cm) and K4 (>5-10 cm). Changes in the structure and composition of coral populations in these size classes indicate differences in survival ability and coral mortality rates approaching adulthood, enhancing the understanding of coral population dynamics in early life stages and their implementation in coral reef conservation and restoration efforts.

The survival of corals after larval settlement, especially in the juvenile and transition to adult stages (sub/adult), is influenced by their characteristics and interactions with the benthic reef. In general, the benthic characteristics of coral reefs are characterized by the dominance of dead coral with algae as the abiotic component, while living coral dominates the biotic component. The abundance of juvenile corals and sub/adult stages positively correlates with the benthic conditions of the coral reef, particularly the stable dead coral substrate and rock substrate, whereas the relationship with the adult coral community shows a non-linear pattern. This information is important for assessing the resilience and recovery efforts of coral reefs after experiencing stress, as well as for restoration efforts and sustainable coral reef conservation strategies. Overall, these findings highlight the importance of coastal and small island geomorphological conditions, reef topography, water conditions, and benthic ecological interactions for the growth and survival of corals at the juvenile stage and their spatio-temporal dynamics.

Keywords: juvenile corals, megabenthos, reef benthos, reef fishes, sub/adult coral,

@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.
Perpustakaan IPB University

IPB University
Bogor Indonesia
@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.

© 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 IPB

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

IPB University
Perpustakaan IPB University

IPB University
Bogor Indonesia

DINAMIKA SPASIO-TEMPORAL YUWANA KARANG KERAS (*Scleractinia* dan *Non Scleractinia*) DI PERAIRAN PESISIR DAN PULAU-PULAU KECIL INDONESIA

MUHAMMAD ABRAR

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

PROGRAM DOKTOR ILMU KELAUTAN
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.

IPB University

Perpustakaan IPB University

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
IPB University
Perpustakaan IPB University

Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Ujian Tertutup Disertasi:

1. Dr. Beginer Subhan
2. Dr. Giyanto

Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Sidang Promosi Terbuka Disertasi:

1. Dr. Beginer Subhan
2. Dr. Udhi Eko Hernawan, M.Sc

Judul Disertasi : Dinamika Spasio-Temporal Yuwana Karang Keras (*Scleractinia* dan *Non Scleractinia*) di Perairan Pesisir dan Pulau Pulau Kecil Indonesia.
Nama : Muhammad Abrar
NIM : C561190122

Disetujui oleh

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

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

Pembimbing 3:
Prof. Dr. Suharsono

Diketahui oleh

Ketua Program Studi Ilmu Kelautan:
Prof. Dr. Ir. Neviaty Putri Zamani, M.Sc
NIP. 19641014 198803 2 001

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

Tanggal Ujian Tertutup: 22 Mei 2025

Tanggal Lulus:

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
IPB University
Perpustakaan 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

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 University
IPB University
Perpustakaan IPB University

PRAKATA

Puji dan syukur penulis haturkan ke hadirat Allah Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia-Nya sehingga disertasi ini dapat diselesaikan. Tugas akhir disertasi ini merupakan bagian dari Program *Reef Health Monitoring* (RHM) COREMAP-CTI LIPI/BRIN dan riset lainnya yang dilaksanakan selama periode 2014-2022 dengan judul "Dinamika Spasio-Temporal Yuwana Karang Keras (*Scleractinia* dan *Non Scleractinia*) di Perairan Pulau-Pulau Kecil Indonesia". Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Dietriech Geoffrey Bengen, DEA sebagai ketua komisi pembimbing, serta anggota komisi, Prof. Dr. Ir. Neviaty Putri Zamani, M.Sc dan Prof. Dr. Suharsono, yang telah memberikan bimbingan, masukan, motivasi dan dukungan dalam penyelesaian disertasi ini
2. Dr. Beginer Subhan, Dr. Giyanto, M.Sc dan Dr. Udhi Eko Hernawan, M.Sc sebagai penguji luar komisi yang telah memberikan saran dan masukan bagi kesempurnaan disertasi ini
3. Bapak Dekan FPIK IPB, ketua departemen ITK, ketua program studi IKL, Bapak/Ibu dosen pengampu mata kuliah dan tenaga administrasi di lingkungan program studi IKL atas atas dukungan dan bantuan administrasi selama perkuliahan.
4. Program *Degree By Research* (DBR) BRIN yang telah memberikan dukungan pembiayaan studi dan penyelesaian tugas akhir.
5. Program COREMAP-CTI, LIPI/ BRIN Periode 2014-2021, serta riset dan ekspedisi lainnya dalam kegiatan koleksi data lapangan.
6. Rekan-rekan peneliti Pusat Riset Oseanografi BRIN dan mitra perguruan tinggi *Program Reef Health Monitoring* (RHM), COREMAP-CTI, BRIN terutama di lokasi studi disertasi ini, atas kontribusi dan diskusi sejawat.
7. Teman-teman Angkatan 2019 seperjuangan Program Doktor Ilmu Kelautan, Dr. Abdul Mutolib Angkotosan, Dr. Fera Runtuboi, Hendrik Dasmasela, Roba Rivai Darus, dan Ridha Alamsyah, terima kasih atas kebersamaan dan perjuangan menempuh pendidikan di IPB University.
8. Terima kasih dan do'a tak terhingga buat kedua orang tua saya, Ayah Dailami Syarif (alm), Ibu Huriyah (almh) dan kedua mertua saya, Ayah H. Razali Kamaruddin (alm), dan ibu Hj. Saiyar Said (almh), untuk do'a, motivasi dan harapannya
9. Keluarga tersayang, istri saya Rahmayeni Sastra, AMd dan putra-putra saya Mirza Nawfal Maula dan Mirza Faiz Zydhan yang telah mendampingi dengan rasa sabar, memberikan dukungan dan do'a. Terima kasih juga untuk keluarga besar saya Bani Asyarif dan keluarga besar Sastra

Semoga disertasi ini dengan temuan dan kebaharuan yang diperoleh, dapat memberikan manfaat bagi perkembangan pengetahuan, khususnya dalam bidang Ilmu Kelautan, serta dapat diterapkan untuk kemaslahatan dan kesejahteraan masyarakat.

Bogor, Juli 2025

Muhammad Abrar

IPB University
Bogor Indonesia

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL xvii
DAFTAR GAMBAR xvii
DAFTAR LAMPIRAN xix
I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat Penelitian 3
1.5 Kebaharuan (*Novelty*) 3
1.6 Ruang Lingkup Penelitian 4
1.7 *State of the Art* 5
II METODOLOGI UMUM PENELITIAN 7
2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian 7
2.2 Metode Pengumpulan Data 9
2.2.1 Pengumpulan data yuwana karang 9
2.2.2 Pengumpulan data bentik terumbu 9
2.2.3 Pengumpulan data megabentos 11
2.3 Analisa Data 13
III STRUKTUR KOMPOSISI DAN SEBARAN SPASIO-TEMPORAL YUWANA KARANG 14
3.1 Pendahuluan 14
3.2 Metode Penelitian 16
3.2.1 Struktur dan komposisi yuwana karang 16
3.2.2 Sebaran kelas ukuran 17
3.2.3 Sebaran spasial-temporal yuwana karang 18
3.2.4. Analisa Data 18
3.3 Hasil dan Pembahasan 23
3.3.1 Struktur komposisi yuwana dan sub/dewasa 23
3.3.2 Sebaran spasial yuwana karang 36
3.3.3 Sebaran temporal yuwana karang 47
3.4 Kesimpulan 61
3.4.1 Struktur dan komposisi yuwana karang 61
3.4.2 Sebaran sapasial kekayaan marga 61
3.4.3 Sebaran spasial kepadatan individu 61
3.4.4 Sebaran temporal kekayaan marga 62
3.4.5 Sebaran temporal kelimpahan individu 62
IV INTERAKSI EKOLOGIS YUWANA KARANG DENGAN BENTIK TERUMBU, BIOTA BENTOS DAN IKAN TERUMBU 63
4.1 Pendahuluan 63
4.2 Metode Penelitian 64
4.2.1 Lokasi dan kondisi bentik terumbu 64
4.2.2 Metode Penelitian 65
4.2.3 Analisa Data 66
4.3 Hasil dan Pembahasan 67
4.3.1 Interaksi yuwana karang dan bentik terumbu 67
4.3.2 Interaksi yuwana karang dan megabentos terumbu 71
4.3.3 Interaksi yuwana karang dengan ikan terumbu 73

© 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.
Perpustakaan IPB University

4.4 Kesimpulan 76
BAB V KARAKTERISTIK BENTIK TERUMBU DAN DINAMIKA YUWANA KARANG 77
5.1 Pendahuluan 77
5.2 Metode Penelitian 78
5.2.1 Variabel karakteristik bentik terumbu dan biota asosiasi 78
5.2.2 Prediksi dan dinamika populasi yuwana karang 78
5.2.3 Analisa Data 80
5.3 Hasil dan Pembahasan 81
5.3.1 Yuwana karang dan karakteristik bentik terumbu 81
5.3.2 Yuwana karang dan karakteristik biota asosiasi terumbu 86
5.3.3 Yuwana karang dan karakteristik terumbu karang 92
5.4 Kesimpulan 95
VI PEMBAHASAN UMUM 96
6.1 Struktur dan Komposisi Yuwana Karang 96
6.2 Pola Sebaran spasio-temporal yuwana karang 99
6.3 Interaksi Ekologis dan Prediksi Dinamika Komunitas Yuwana Karang di Ekosistem Terumbu 102
VII SIMPULAN DAN SARAN 105
7.1 Simpulan 105
7.2 Saran 107
DAFTAR PUSTAKA 108
RIWAYAT HIDUP 144

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
Perpustakaan IPB University

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
Perpustakaan IPB University

DAFTAR TABEL

1 Lokasi dan pengelompokannya berdasarkan morfogenesis pulau dan tipologi terumbu (Veron, 1995, 2000; Bengen, 2004, Bengen *et al*. 2012) 8
2 Kategori bentik terumbu, deskripsi dan mengkodekannya (Giyanto *et al*. 2017) 10
3 Spesies atau kelompok spesies megabentos target, bentuk interaksi dan fungsi ekologisnya. 11
4 Matriks korelasi (uji korelasi Spearman, p value <0.05) yuwana karang dan ikan terumbu. 13
5 Kategori pola Sebaran spesies berdasarkan nilai Frekuensi Kehadirannya (FK) 17
6 Daftar simak (*check list*) status data berdasarkan Sebaran spasial (lokasi, ekoregion laut dan wilayah) 20
7 Daftar simak (*check list*) status data berdasarkan Sebaran secara temporal (tahun) 21
8 Kategori bentik terumbu, deskripsi dan mengkodekannya (Giyanto *et al*. 2017) 65
9 Matriks korelasi (uji korelasi Spearman, p value <0.05) yuwana karang dan megabentos. 73
10 Matriks korelasi (uji korelasi Spearman, p value <0.05) yuwana karang dan ikan terumbu. 76
11 Variabel yuwana karang , sub/dewasa**,** bentik biotik, abiotik dan ikan terumbu 79
12 Matriks korelasi komunitas karang pada tahapan yuwana dan sub/dewasa dengan tutupan bentik terumbu 84
13 Interaksi ekologi antara komunitas karang pada tahapan yuwana dan sub/dewasa dengan tutupan bentik terumbu 90

DAFTAR GAMBAR

1 Peta Sebaran 21 lokasi penelitian di perairan pesisir dan pulau-pulau kecil Indonesia 7
2 Desain sampling yuwana karang menggunakan kuadrat transek ukuran 1 x 1 meter dengan 6 kali ulangan secara random di sepanjang 70 meter transek permanen di setiap stasiun penelitian 9
3 Cara dan pendekatan pengukuran diameter maksimal koloni yuwana karang dengan menarik garis ukur (garis merah putus-putus) pada bagian sisi terpanjang koloni. 10
4 Desain pengambilan 50 foto bentik terumbu menggunakan metode *Underwater Photo Transek* (Sumber COREMAP-CTI) 10
5 Desain pengamatan dan pengumpulan data megabentos menggunakan Metode *Belt Transect-Reef Check Bentos* (Sumber COREMAP-CTI) 11
6 Desain pengamatan dan pengumpulan data ikan terumbu karang menggunakan Metode *Underwater Visual Census* (Sumber COREMAP-CTI) 12
7 Peta Sebaran 21 lokasi penelitian yuwana karang keras berdasarkan ekoregion laut nasional di perairan pesisir dan pulau-pulau kecil Indonesia. 19
8 Frekuensi relatif (%) marga karang pada tahapan yuwana (A) dan Sub/dewasa(B) di perairan pesisir dan pulau-pulau kecil Indonesia 26

IPB University

9	Proporsi Sebaran marga karang pada tahapan yuwana dan sub/dewasa berdasarkan Kehadiran Relatif (%) di perairan pesisir dan pulau kecil di Indonesia.	28
10	Kehadiran relatif (%) karang pada tahapan yuwana (A) dan sub/dewasa (B) pada tingkatan famili di perairan pesisir dan pulau-pulau kecil Indonesia	30
11	Kelimpahan relatif (%) marga karang pada tahapan Yuwana (A) dan Sub/dewasa (B) di perairan pesisir dan pulau-pulau kecil Indonesia	32
12	Kelimpahan Relatif (LR) karang pada tahapan yuwana (A) dan sub/dewasa (B) pada tingkatan famili di perairan pesisir dan pulau-pulau kecil Indonesia	35
13	Rata-rata Sebaran spasial kekayaan marga karang pada tahapan yuwana dan sub/dewasa di lokasi berbeda perairan pesisir dan pulau-pulau kecil Indonesia.	37
14	Sebaran spasial kekayaan marga karang pada tahapan yuwana dan sub/dewasa pada ekoregion berbeda di perairan pesisir dan pulau-pulau kecil Indonesia.	38
15	Sebaran spasial kekayaan marga karang pada tahapan yuwana dan sub/dewasa pada wilayah barat dan timur perairan pesisir dan pulau-pulau kecil Indonesia.	40
16	Sebaran spasial kepadatan karang pada tahapan yuwana dan sub/dewasa pada lokasi berbeda di perairan pesisir dan pulau-pulau kecil Indonesia.	42
17	Sebaran spasial kepadatan karang pada tahapan yuwana dan sub/dewasa pada ekoregion berbeda di perairan pesisir dan pulau-pulau kecil Indonesia.	43
18	Sebaran spasial kepadatan karang pada tahapan yuwana dan sub/dewasa pada wilayah barat dan timur perairan pesisir dan pulau-pulau kecil Indonesia.	45
19	Sebaran temporal kekayaan marga karang pada tahapan yuwana dan sub/dewasa pada beberapa lokasi berbeda di perairan pesisir dan pulau-pulau kecil Indonesia.	50
20	Sebaran temporal kekayaan marga sub/dewasa pada ekoregion laut berbeda di perairan pesisir dan pulau-pulau kecil Indonesia.	51
21	Sebaran temporal kekayaan marga karang pada tahapan yuwana dan sub/dewasa pada wilayah barat dan timur di perairan pesisir dan pulau-pulau kecil Indonesia.	53
22	Sebaran temporal kelimpahan marga karang pada tahapan yuwana dan sub/dewasa pada beberapa lokasi berbeda di perairan pesisir dan pulau-pulau kecil Indonesia.	56
23	Sebaran temporal kelimpahan marga karang pada tahapan yuwana dan sub/dewasa pada ekoregion berbeda di perairan pesisir dan pulau-pulau kecil Indonesia.	57
24	Sebaran temporal kelimpahan marga karang pada tahapan yuwana dan sub/dewasa pada wilayah barat dan timur berbeda di perairan pesisir dan pulau-pulau kecil Indonesia.	59
25	Rata-rata tutupan masing-masing kategori bentik terumbu di lokasi penelitian perairan pesisir dan pulau-pulau kecil Indonesia	67
26	Analisis korelasi menunjukan hubungan kelimpahan yuwana karang (individu), sub/dewasa (individu) dengan komponen bentik terumbu (tutupan).	68
27	Rata-rata kepadatan megabentos (individu/hektar) di perairan pesisir dan pulau-pulau kecil Indonesia	71

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 University
IPB University
Perpustakaan IPB University

28 Hubungan kelimpahan yuwana karang (individu), sub/dewasa (individu) dan megabentos. 72
29 Rata-rata (*mean*) kelimpahan ikan terumbu coralivor dan herbivor di perairan pesisir dan pulau-pulau kecil Indonesia 74
30 Hubungan kelimpahan yuwana karang (individu), sub/dewasa (individu) dan ikan terumbu (tutupan). 75
31 Sebaran tutupan rata-rata (%) bentik terumbu di perairan pesisir dan pulau-pulau kecil perairan Indonesia (normalisasi data dengan pendekatan nilai tengah (*mean*) untuk prediksi kekosongan data) 81
32 Sebaran kelimpahan rata-rata A). biota megabentos (individu/ha) dan B). ikan terumbu karang (individu/350 m^2) di perairan pesisir dan pulau-pulau kecil perairan Indonesia (normalisasi data dengan pendekatan nilai tengah (*mean*) untuk prediksi kekosongan data). 87
33 Karakteristik bentik terumbu dan komunitas ikan terumbu serta hubungannya dengan komunitas yuwana karang (C-JUV) dan sub dewasa (C-SUB) 92
34 Dendrogram cluster analisis yang menunjukan tingkat kemiripan stasiun (A) dan lokasi (B) berdasarkan kelimpahan yuwana karang terhadap karakteristik (bentik terumbu) dan interaksi dengan biota asosiasi terumbu (megabentos dan ikan terumbu) 94
35 Boxplot rata-rata sebaran kekayaan marga (A) dan kelimpahan karang (B) pada tahapan yuwana dan sub/dewasa di perairan pesisir dan pulau-pulau kecil Indonesia 98
36 Sebaran dan rata-rata kelimpahan individu karang pada kelas ukuran individu berbeda (A) dan persentase relatifnya (B). 99
37 Tingkatan hubungan antar variabel terhadap yuwana karang (A) dan prediksi pola perubahan dan tren kelimpahan yuwana karang (B) 104

DAFTAR LAMPIRAN

1 Total Sebaran 21 lokasi dan posisi 194 stasiun penelitian 132
2 Lembaran lapangan dan isian pencatan data yuwana karang pada setiap transek kuadrat 140
3 Matriks tabulasi data yuwana karang berdasarkan sebaran kelas ukuran 141

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
IPB University
Perpustakaan IPB University