

INTERAKSI KARANG – TURF ALGA DI KEPULAUAN SPERMONDE

Coral Interaction – Turf Algae In Spermonde Island

ANDI MUH. AGUNG PRATAMA A.R.



**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU KELAUTAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PRIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

2024

INTERAKSI KARANG – TURF ALGA DI KEPULAUAN SPERMONDE

Coral Interaction – Turf Algae In Spermonde Island

ANDI MUH. AGUNG PRATAMA A.R.

L032211003

TESIS

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar magister

PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU KELAUTAN

FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PRIKANAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

2024

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Tesis : Interaksi Karang – Turf Alga Di Kepulauan Spermonde
Nama : Andi Muh Agung Pratama A.R
Nomor Pokok : L032211003
Program Studi : Ilmu Kelautan

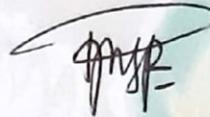
Tesis ini telah diperiksa, disetujui dan diketahui oleh :

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc.
NIP. 196907061995121002



Prof. Dr. Rohani AR., M.Si
NIP. 196909131993032004

Mengetahui oleh :

Dekan

Ketua Program Studi,

Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan,



Prof. Safruddin, S.Pi., MP., Ph.D
NIP. 197506112003121003



Dr. Supriadi, ST, M.Si
NIP 196912011995031002

Tanggal Lulus : 26 Januari 2024

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andi Muh. Agung Pratama A.R.
NIM : L032211003
Program Studi : Ilmu Kelautan
Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa tesis dengan Judul: "Interaksi Karang – Turf Alga Di Kepulauan Spermonde" ini adalah karya penelitian saya sendiri dan bebas plagiat, serta tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik serta tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali secara tertulis digunakan sebagai acuan dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber acuan serta daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam karya ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan (Permendiknas No. 17, tahun 2007).

Makassar, 26 Januari 2024



Andi Muh. Agung Pratama A.R.
NIM : L032211003

PERNYATAAN AUTHORSHIP

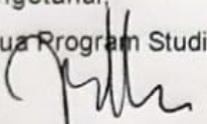
Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andi Muh Agung Pratama AR
NIM : L032211003
Program Studi : Ilmu Kelautan
Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa publikasi sebagian atau keseluruhan isi Tesis pada jurnal atau forum ilmiah lain harus seizin dan menyertakan tim pembimbing sebagai author dan Universitas Hasanuddin sebagai institusinya. Apabila dalam waktu sekurang – kurangnya dua semester (satu tahun sejak pengesahan Tesis) saya tidak melakukan publikasi dari sebagian atau keseluruhan Tesis ini, maka pembimbing sebagai salah seorang dari penulis berhak mempublikasikannya pada jurnal ilmiah yang ditentukan kemudian, sepanjang nama mahasiswa tetap diikutkan.

Makassar, 26 Januari 2024

Mengetahui,
Ketua Program Studi


Dr. Supriadi, ST, M.Si
NIP 196912011995031002

Penulis


Andi Muh. Agung Pratama. A.R
NIM : L032211003

ABSTRAK

ANDI MUH. AGUNG PRATAMA. A.R. L032211003. "Interaksi Karang – Turf Alga Di Kepulauan Spermonde" dibimbing oleh Jamaluddin Jompa sebagai Pembimbing Utama dan Rohani AR sebagai Pembimbing Anggota.

Terumbu karang merupakan ekosistem dengan resiko kerusakan yang sangat tinggi, salah satunya adalah interaksi terumbu karang dengan biota lain. Penelitian ini akan mendeskripsikan kompetisi yang terjadi antara karang dengan turf alga. Setiap foto interaksi yang terjadi pada pinggiran karang diukur dan selanjutnya diklasifikasikan berdasarkan lawan interaksi. Lokasi pengambilan data di gugusan kepulauan spermonde Sulawesi selatan, Indonesia. Kondisi perairan di kepulauan ini sangat berbeda dari pulau dengan jarak terdekat dari daratan utama hingga pulau terjauh dari daratan utama. Penelitian ini mendapatkan kondisi turf algae yang lebih subur dan berlimpah pada kepulauan terdekat dari daratan utama. Turf alga merupakan interaksi yang paling intens terjadi bagi semua biota laut termasuk terumbu karang. Invasi turf alga pada ekosistem terumbu karang meningkatkan frekuensi degradasi karang. Turf algae dengan sedimen merupakan interaksi yang paling mendominasi pada area pinggiran terumbu karang. Kondisi pertumbuhan alga dengan sedimen sangat merentangkan tingkat kematian terumbu karang akibat tertutup alga dan sedimen. Namun terdapat interaksi lain yang terjadi pada pinggiran terumbu karang. Interaksi berbeda didapatkan dari beberapa biota laut dari filum sponge, Foraminifera, tunicata, gastropoda, macroalgae, crinoidea, Bivalvia, dan karang. Banyaknya interaksi yang terjadi pada terumbu karang akan menjadi batasan bagi terumbu karang untuk berkembang khususnya bagi rekrutmen karang baru yang membutuhkan area untuk melekat. Bagaimanapun kehadiran turf alga pada ekosistem terumbu yang tidak terkontrol secara perlahan akan mendominasi area terumbu. Area ini harus menjadi perhatian khusus untuk tetap menyeimbangkan kondisi ekosistem terumbu karang

Kata kunci : Interaksi, Terumbu Karang, Turf Alga

ABSTRACT

ANDI MUH. AGUNG PRATAMA. A.R. L032211003. "Coral - Turf Algae Interactions in the Spermonde Islands" was supervised by Jamaluddin Jompa as the Main Supervisor and Rohani AR as Member Supervisor.

Coral reefs are highly vulnerable ecosystems that face numerous threats, including rapid environmental change, predation, anthropogenic activities, and competition for space with other biota. Coral reefs are highly vulnerable ecosystems that face numerous threats, including rapid environmental change, predation, anthropogenic activities, and competition for space with other biota. While many interactions occur within coral reefs, they are not yet fully understood. Algae thrive in marine environments rich in nutrients. This research describes the number of interactions in 214 coral colonies. Each interaction on the edge of the coral is photographed, measured, and classified based on the opponent. The data was collected in the Spermonde archipelago of South Sulawesi, Indonesia, where the water conditions differ greatly from those of the nearest and farthest islands from the mainland. The study revealed that the islands closest to the mainland had a higher density and abundance of turf algae. Turf algae is a significant factor affecting marine biota, including coral reefs. The invasion of turf algae in coral reef ecosystems leads to an increase in coral degradation. The most dominant interaction in the coral reef fringe area is turf algae with sediment. The growth of algae with sediment significantly increases the mortality rate of coral reefs due to algae cover.

Keywords: Interaction, Coral Reef, Turf Alga

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillahirabbil Alamin. Segala puji bagi Allah SWT, Tuhan seluruh alam atas kebesaran nikmat dan karunia-nya yang tiada berujung, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis ini. Tak lupa pula shalawat serta salam terkirim buat baginda besar Nabi Muhammad SAW yang merupakan tokoh teladan bagi seluruh umat manusia. sehingga, penulis sampai pada tahap penyelesaian tesis ini yang berjudul “**Interaksi Karang – Turf Alga Di Kepulauan Spermonde**”.

Penulis menyadari bahwa selama penelitian dan penyelesaian tesis tidak lepas dari kontribusi berbagai pihak yang memberikan arahan, bimbingan, kritik, saran dan dukungan. Olehnya itu, penulis ini menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Ayahanda alm **Ir. Andi Muh Dasri AR, M.Sp** dan Ibunda **dr. Hj. Siti Ramlah, M.Kes** atas segala dorongan semangat dan kasih sayang yang besar serta doa yang mereka ucapkan dalam setiap sujudnya sehingga penulis dapat menyelesaikan studi ini dengan segala berkah yang didapatkan dalam setiap langkah untuk mencapai cita-cita anaknya.
2. Keluarga besar **Petta Rahman** dan **Nurzain Dg Serang** yang senantiasa memberikan motivasi dan dukungan untuk menyelesaikan jenjang master.
3. **Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc.** selaku Pembimbing Utama sekaligus Penasehat Akademik yang dalam setiap arahan selalu memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran membimbing penulis selama perkuliahan, penyusunan proposal penelitian sampai dengan terselesaikanlah tesis ini.
4. **Prof. Dr. Rohani A.R., M.Si.** selaku Pembimbing Pendamping yang senantiasa meluangkan waktu untuk membantu, membimbing, serta bersama tim yang mendampingi penulis di lapangan dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan tesis ini.
5. **Dr. Supriadi, ST., M.Si.** selaku Ketua Program Studi Pascasarjana Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin beserta seluruh stafnya.
6. **Prof. Dr. Ir. Abdul Haris, M.Si., Dr. Ir. Aidah A. Ala Husain, M.Sc., Dr. Ir. Arniati, M.Si** selaku tim penilai dan penguji yang tidak hanya memberi nilai dari hasil pengujiannya tapi juga memberi kritik yang membangun dan saran sebagai pelengkap dalam menjalankan penelitian dan penyusunan tesis ini.
7. **Dr. Sebastian Ferse** yang telah membimbing dalam melakukan pengolahan data dan saran arah analisis dalam tesis ini.

8. Super tim turf alga spermonde **Estradivari, S.Pi., M.Sc, Gunawan Syafruddin, S.Kel, Puspita Lestari Kanna, S.Kel, Rafsanjani, S.Kel, Ahmad Zahlan Ridwan, S.Kel, Munawwarah, S.Kel, Ismul Muayawirah, dan Nuthy Nhasya Riana** terima kasih telah bekerjasama dalam penelitian ini guna melihat dinamika ekologi yang terjadi di bentang kepulauan spermonde
9. Seluruh teman – teman seperjuangan angkatan I pascasarjana ilmu kelautan **Mustono S.Kel, M.Si, Rahima Rahman, S.Kel, Chumaerah, S.Kel, Muh Ichsan S.Kel., M.Si** yang senantiasa memberikan motivasi, bantuan, semangat dan canda tawa selama penulis berstatus mahasiswa di program studi pascasarjana Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.
10. Seluruh teman – teman **4D-Reef** yang senantiasa memberikan motivasi, bantuan dan semangat selama penulis melakukan pendidikan.
11. Seluruh tim **Mars Sustainable Solution Indonesia** yang senantiasa memberikan motivasi, bantuan dan semangat selama penulis melakukan pendidikan.
12. Seluruh **Dosen Program Studi Pascasarjana Ilmu Kelautan** serta pegawai Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin untuk ilmu yang telah diberikan.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Syukur Alhamdulillah, segala puji penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga tesis dengan judul “**Interaksi Karang – Turf Alga Di Kepulauan Spermonde**” dapat diselesaikan oleh penulis dengan bantuan pembimbing. Tesis ini disusun berdasarkan data-data hasil penelitian sebagai tugas akhir untuk memperoleh gelar Master di Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. Tulisan ini merupakan hasil penelitian penulis yang telah dilakukan sejak bulan Juli 2021 hingga September 2022. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, informasi dan ilmu yang berkah bagi kita semua.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan yang terdapat dalam tesis ini. Oleh karena itu, Penulis menerima kritik dan saran yang membangun dari para pembaca. Akhir kata untuk semua pihak yang berperan dalam penelitian ini, Penulis mengucapkan banyak terima kasih dan berharap semoga Allah SWT membalas segala budi baik, serta dapat menjadi suatu ibadah. Terlepas dari kekurangan tesis ini, penulis mengharapkan manfaat yang bisa diambil dari segala kelebihan – kelebihan yang ada.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Jalasveva Jayamahe

Makassar, 14 November 2023

Penulis,

Andi Muh. Agung Pratama. AR

BIODATA PENULIS



Andi Muh. Agung Pratama A.R, anak pertama dari pasangan Ayahanda Ir. Muhammad Dasri, M.Sp dan Ibunda dr. Siti Ramlah, M.Kes, dilahirkan di Jakarta pada tanggal 26 Maret 1996. Penulis mengawali pendidikan jenjang kanak – kanak di TK Aisyah Bustanul Athfal Ranting Amessangeng Kabupaten Wajo pada tahun 2001. Penulis melanjutkan pendidikan dasar di SD Negeri 2 Unggulan Kabupaten Wajo pada tahun 2002 – 2008. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan tingkat menengah pertama di SMP Negeri 1 Sengkang, Kabupaten Wajo pada tahun 2008 – 2011. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan tingkat menengah atas di SMA Negeri 3 Sengkang Unggulan Kabupaten Wajo pada tahun 2011 – 2014. Pada tahun 2014 penulis diterima sebagai mahasiswa di Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.

Adapun untuk memperoleh gelar sarjana kelautan, penulis melakukan penelitian yang berjudul ” **Model Sebaran Larva Berdasarkan Waktu Kompetensi Pada Puncak Reproduksi Karang *Acropora Intermedia* Di Pulau Badi Kepulauan Spermonde**” pada tahun 2019 yang dibimbing Dr. Syafyudin Yusuf, ST., M. Si selaku pembimbing utama dan Dr. Wasir Samad, S.Si.,M.Si selaku pembimbing pendamping.

Pada tahun 2020 penulis melanjutkan pendidikan magister pada program ilmu kelautan di fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin. Selama proses perkuliahan penulis terlibat dalam beberapa kegiatan akademik berupa keterlibatan sebagai kordinator asisten Zoologi laut pada tahun 2021. Kordinator asisten Survey Hidrogarfi Laut tahun 2021.

Selain itu, penulis juga terlibat dalam penelitian hasil kerjasama antara Universitas Hasanuddin dan 4D-REEF “Past, Present and Future of Coral Reef in The Coral Triangle” menerima dana dari program penelitian dan inovasi Horizon 2020 Uni Eropa di bawah perjanjian hibah Marie Skłodowska-Curie No. 813360. Keterlibatan penulis dalam proses pengumpulan data lapangan dan analisis data bersama. Hasil dari kegiatan juga merupakan data yang digunakan penulis dalam melakukan kajian mengenai interaksi karang dan turf alga di kepulauan spermonde. Pada awal tahun 2023 penulis melakukan fellowship ke The Leibniz Centre for Tropical Marine Research (ZMT) untuk melakukan training AI dalam mengidentifikasi terumbu karang dan melakukan analisis data ekologi. Selain itu, penulis juga berkunjung ke Naturalis Biodiversity Center untuk melakukan persiapan sample foraminifera dan ekstraksi DNA.

Pada pertengahan tahun 2023 penulis bergabung dalam tim Mars Sustainable Solution yang bergerak dalam bidang restorasi terumbu karang. Kegiatan restorasi ini bertempat di Kabupaten Pangkajene Kepulauan, Provinsi Sulawesi Selatan. Melakukan kegiatan restorasi, mengembangkan metode restorasi, melibatkan masyarakat setempat, menyebarkan metode restorasi dan melakukan penelitian dalam lingkup restorasi merupakan kegiatan yang dilakukan penulis pada akhir tahun hingga saat ini.

Adapun untuk memperoleh gelar magister kelautan, penulis melakukan penelitian yang berjudul ” **Interaksi Karang – Turf Alga Di Kepulauan Spermonde**” pada tahun 2024 yang dibimbing Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc sebagai Pembimbing Utama dan Prof. Dr. Rohani AR., M.Si sebagai Pembimbing Anggota.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	iv
PERNYATAAN AUTHORSHIP	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	viii
KATA PENGANTAR	x
BIODATA PENULIS	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Kerangka Penelitian	1
C. Tujuan dan Kegunaan.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Ekologi Terumbu Karang	5
B. Turf Alga	7
C. Ancaman Ekosistem Terumbu Karang.....	7
D. Kepulauan Spermonde	7
III. METODOLOGI PENELITIAN	10
A. Lokasi Penelitian	10
B. Prosedur Penelitian.....	11
C. Analisis Data	12
IV. HASIL.....	15
A. Persentase Tutupan Bentik.....	15
B. Frekuensi interaksi	16
C. Komposisi dan proporsi interaksi	17

V. PEMBAHASAN	20
A. Interaksi Karang	20
B. Interaksi Kompetitif Karang ,Turf alga dan Alga	21
VI. KESIMPULAN DAN SARAN	24
A. Kesimpulan	24
B. Saran	24
DAFTAR PUSTAKA.....	25
LAMPIRAN.....	33
A. Hasil Anova.....	33
B. Tutupan Bantik.....	34
C. Frekuensi Interaksi.....	35
D. Komposisi Interaksi Major Category.....	40
E. Karang – Turf alga	42
F. Karang – Alga	45

DAFTAR TABEL

Tabel 1. ID interaksi dan keterangan	13
Tabel 2. Persentase tutupn bentic	34
Tabel 3. Frekuensi interaksi.....	35
Tabel 4. Komposisi interaksi major category karang dan turf alga	40
Tabel 5. Persentase interaksi karang dan turf alga	42
Tabel 6. Interaksi karang dan alga	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kerangka Pikir Peneitian	3
Gambar 2. Hewan karang (Coral Structure and Fuction, n.d.)	6
Gambar 3. Peta lokasi pengamatan.....	10
Gambar 4. Ilustrasi penempatan transek yang menjadi acuan pengambilan data tutupan terumbu karang.	12
Gambar 5. Ilustrasi penempatan frame untuk pengambilan foto tutupan bentik.....	12
Gambar 6. Ilustrasi sebaran objek pengamatan interaksi karang.....	14
Gambar 7. Persentase tutupan bentik berdasarkan lokasi penelitian di Kepulauan Spermonde pada tahun 2021 dan 2022.	15
Gambar 8. Frekuensi interaksi.....	16
Gambar 9. Persen interaksi antara tahun 2021 dan 2022.....	17
Gambar 10. Persen interaksi pada delapan pulau kepulauan Spermonde.	17
Gambar 11. Persen tutupan interaksi karang dan turf alga	18
Gambar 12. Persen tutupan interaksi karang dan alga	18
Gambar 13. Sebelah kanan gambar turf algae tumbuh lebih tinggi dari karang, sebelah kiri koloni karang utuh yang di pinggirannya telah ditumbuhi turf alga	21
Gambar 14. Tampak perubahan warna pada bagian yang telah di tumbuhi oleh turf algae. Warnah putih yang terjadi pada karang menunjukkan proses pemutihan karang dan pada akhirnya akan menyebabkan kematian.	22
Gambar 15. Sebelah kanan alga merah tumbuh di atas karang, sebelah kiri padina tumbuh di atas karang.	22

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Karang Sclerectinia rentan terhadap gangguan lingkungan dengan tingkat kematian banyak terjadi pada fase larva sampai beberapa bulan setelah melekat (Leong *et al.*, 2018). Degradasi tutupan terumbu karang tropis secara global terus terjadi akibat aktivitas manusia yang mengakibatkan meningkatnya makroalga dan menurunkan tutupan karang pembentuk terumbu (Brown *et al.*, 2018). Perubahan besar pada kondisi iklim global (peningkatan suhu air laut, pengasaman laut dan badai tropis) merupakan salah satu penyebab meningkatnya intensitas kerusakan ekosistem terumbu karang (Rinkevich, 2021). Degradasi terumbu karang “*phase shift*” dari kondisi terumbu karang yang bagus menjadi padang makroalga yang melimpah (McCook, 1999). Kematian karang banyak terjadi akibat persaingan terhadap turf alga yang menutupi area pertumbuhan karang (Gómez-Cubillos *et al.*, 2019). Persaingan antara terumbu karang dan alga bentik sangat penting untuk struktur terumbu dan kondisi terumbu karang (Jompa & McCook, 2003b). Turf alga merupakan komunitas dominan pada terumbu karang di seluruh dunia yang merupakan multi spesies makrofita laut berukuran kecil (Vermeij *et al.*, 2010).

Turf alga yang berlimpah dan tumbuh di banyak tempat biasanya diabaikan atau dipelajari sebagai kelompok yang homogen (Harris, 2015). Turf alga sering digunakan sebagai bioindikator terumbu karang yang sehat. Turf alga merupakan kumpulan alga dari berbagai spesies, umumnya alga makroskopik berfilamen yang berukuran pendek (<2 cm) dan biasanya menutupi substrat keras pada terumbu karang (Tebbett & Bellwood, 2019). Turf alga merupakan pesaing yang sangat aktif bagi karang masif (Gómez Cubillos *et al.*, 2019). Turf alga merupakan sumber utama produksi primer pada terumbu karang tropis yang menjadi sumber makanan bagi hewan herbivor terumbu karang, pada kondisi tertentu dapat tumbuh dengan cepat (Harris, 2015).

Penelitian ini dilakukan dengan menempatkan 8 pulau berbeda pada gugusan Kepulauan Spermonde dengan jarak berbeda dari daratan Pulau Sulawesi. Pembagian lokasi pengamatan untuk melihat perbedaan interaksi karang dengan turf alga maupun perbedaan kondisi tutupan bentik pada lokasi perairan keruh dan lokasi perairan jernih.

B. Kerangka Penelitian

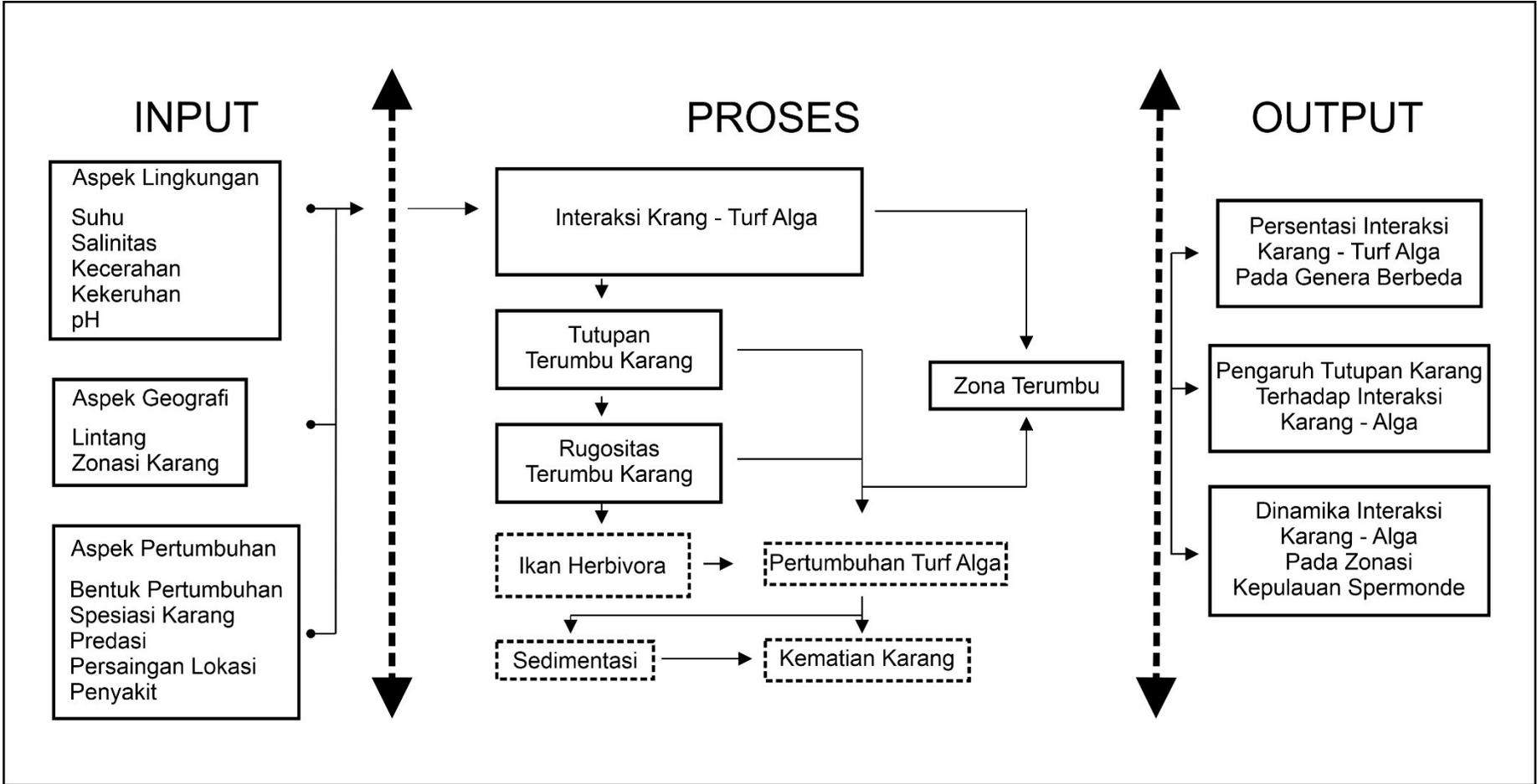
Terumbu karang dari tahun ke tahun mengalami degradasi tutupan terumbu karang. Pada umumnya secara global kondisi terumbu karang mengalami penurunan (Hadi *et al.*, 2018). Penurunan tutupan terumbu karang dapat terjadi akibat beberapa faktor baik antropogenik maupun alami. Kondisi terumbu karang Kepulauan Spermonde

terutama yang dekat dengan Kota Makassar telah mengalami kerusakan akibat sedimentasi dan eutrofikasi (polusi dan limbah) (Jompa, 1996). Kondisi perairan yang mengalami eutrofikasi mendukung pertumbuhan alga. Laju pertumbuhan alga dapat dipengaruhi oleh kondisi perairan (eutrofikasi) dan kurangnya pemakan turf alga (ikan herbivora) (Dianastuty *et al.*, 2016).

Faktor oseanografi (suhu, salinitas, arus, kecerahan, kekeruhan) menjadi faktor pembatas bagi terumbu karang. Kondisi perairan yang berbeda dapat berdampak pada interaksi terumbu karang – turf alga. Akumulasi sedimen yang kaya akan nutrisi akan meningkatkan pertumbuhan turf alga sehingga menghambat pemulihan terumbu karang (Fong *et al.*, 2018). Arus Lintas Indonesia (ARLINDO) berperan penting pada sirkulasi massa air dari arah Utara ke Selatan melalui Selat Makassar dan Kepulauan Spermonde (Feng *et al.*, 2018).

Asosiasi yang terjadi dalam ekosistem terumbu karang sangat kompleks sehingga memunculkan efek positif dan negatif antara komponen biotik dan abiotik. Persaingan ruang, pemangsaan dan penyakit merupakan faktor-faktor kematian organisme yang berada dalam ekosistem terumbu karang termasuk hewan karang itu sendiri. Persaingan ruang kerap terjadi antara terumbu karang dengan bentuk pertumbuhan yang berbeda. Pertumbuhan karang yang meninggi dapat menutupi karang yang berada di bawahnya dari asupan sinar matahari sehingga menyebabkan *zooxanthellae* keluar dari jaringan karang dan menyebabkan kematian.

Menurut Jompa & McCook (2003a) "*phase shift*" merupakan kondisi perubahan tutupan terumbu karang sehat menjadi terumbu yang didominasi oleh alga. Kemunculan turf alga yang menutupi terumbu karang berkorelasi dengan tutupan terumbu karang dan nilai rugositas terumbu (Fuad, 2010). Ketika tutupan terumbu karang dan rugositas tinggi maka kemunculan turf alga akan rendah. Penelitian ini akan mempelajari interaksi yang terjadi antara spesies karang yang berbeda dengan bentuk pertumbuhan yang sama (*massive*) hubungannya dengan keberadaan turf alga pada beberapa lokasi/pulau yang jaraknya berbeda dari daratan utama (Kota Makassar).



Gambar 1. Kerangka Pikir Penelitian

C. Tujuan dan Kegunaan

Tujuan utama penelitian ini adalah untuk menginvestigasi perubahan spasial dan temporal interaksi turf alga dengan karang dan mengukur hubungan interaksi alga-karang dengan faktor habitat dan jarak dari daratan utama. Secara spesifik, penelitian ini akan:

1. Mengukur frekuensi kontak antara turf algae dan karang serta komposisi dan proporsi interaksi alga sepanjang pinggiran karang secara temporal dan spasial
2. Menentukan keluaran dari interaksi kompetitif antara turf alga dengan karang (turf alga menang, karang menang, atau netral)

Penelitian ini berguna untuk melihat dampak interaksi turf alga terhadap karang dengan genera yang berbeda pada satu bentuk pertumbuhan. Hasil penelitian ini dapat menjadi salah satu pertimbangan kehadiran turf alga pada ekosistem terumbu karang terutama pada perairan dengan tekanan antropogenik yang tinggi. Selain itu menjadi pertimbangan dalam proses rehabilitasi ataupun restorasi terumbu karang terkhusus pada faktor penyebab kematian karang.

II. TINJAUAN PUSTAKA

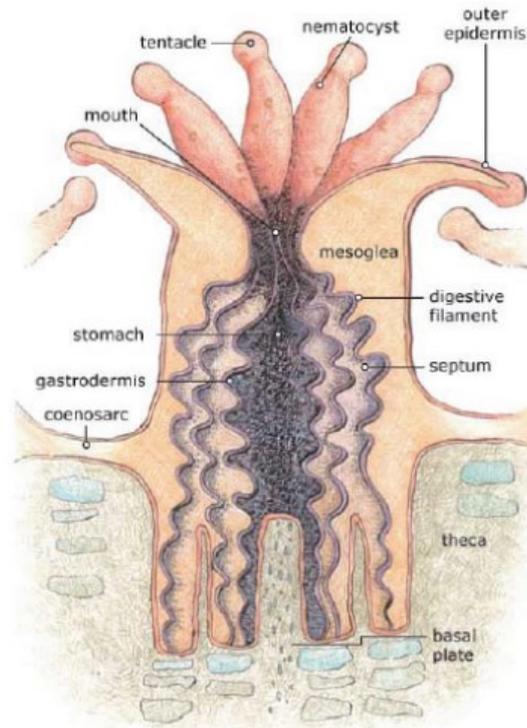
A. Ekologi Terumbu Karang

Terumbu karang dianggap salah satu ilmu pengetahuan dan prioritas konservasi teratas secara global (Wagner *et al.*, 2020) dan menjadi ekosistem kompleks yang didominasi oleh biota penghasil kapur yaitu karang bersama dengan biota lain yang hidup di dasar dan kolom air (Hadi *et al.*, 2018). Karang merupakan spesies dasar dari ekosistem terumbu karang tropis (Bruno *et al.*, 2007). Terumbu karang hanya menutupi 0,2% dasar laut (Bellwood *et al.*, 2019), ekosistem ini menyimpan keanekaragaman hayati yang luar biasa dan jasa ekosistem (Wagner *et al.*, 2020). Kondisi terumbu karang semakin hancur dalam beberapa dekade (Bruno *et al.*, 2007).

Stressor merupakan pemicu yang dapat berinteraksi secara kompleks dan diklasifikasikan sebagai aditif, sinergis atau antagonis (Fong *et al.*, 2018). Terumbu karang menerima gangguan dari skala lokal hingga global yang secara berulang akan merespon dengan cepat terhadap gangguan secara langsung terutama antropogenik (penangkapan ikan berlebih dan input teresterial) dan perubahan iklim (pemutihan karang dan kematian karang) (Bellwood *et al.*, 2019) (Meng *et al.*, 2008). Perubahan faktor lingkungan seperti suhu akan mempengaruhi proses fisiologis pada organisme (konsumsi oksigen) (Pörtner & Farrell, 2008).

Pemutihan karang merupakan proses keluarnya simbiosis alga dari cnidaria karang yang terjadi ketika mendapatkan stressor termal (Maina *et al.*, 2013). Perilaku penangkapan ikan yang berlebih, sedimentasi serta pengayaan nutrisi (eutrofikasi) perairan merupakan stressor lokal (Fong *et al.*, 2018). Kondisi ini membantu meningkatkan kompetisi karang-alga dan mengurangi rekrutmen, pertumbuhan dan kelangsungan hidup karang (Zaneveld *et al.*, 2016). Keberadaan terumbu karang akan mendukung $\pm 25\%$ organisme laut serta mendukung kesejahteraan, pangan, perlindungan pantai, dan ketahanan ekonomi ratusan juta orang (Bellwood *et al.*, 2019).

Hewan karang (Cnidaria dan Coelentrata) merupakan salah satu dari kingdom hewan yang sangat penting dalam ekologi terumbu karang (Thamrin, 2017). Karang merupakan hewan yang berbentuk tabung (Suharsono, 2008). Tubuh hewan karang berbentuk radial simetris dimana hanya terdapat satu lubang yang berfungsi sebagai mulut dan anus dan dikelilingi oleh tentakel dengan kandungan sel penyengat (Veron & Smith, 2000). Karang dibedakan dalam dua kategori utama dengan istilah karang hermatipik yang merupakan karang konstruksional pembangun terumbu dan karang ahermatipik merupakan karang tanpa konstruksional atau tidak membangun terumbu (Schuhmacher & Zibrowius, 1985)



Gambar 2. Hewan karang (*Coral Structure and Fuction*, n.d.)

Kawasan ekosistem terumbu karang merupakan zona geomorfologi yang terbagi dalam beberapa wilayah *reef flat*, *reef crest*, dan *reef slope* (Blanchon, 2011). *Reef flat* (dataran terumbu) merupakan daerah terumbu karang datar yang dibatasi oleh tinggi permukaan air laut dengan elevasi pasang surut bervariasi (Blanchon, 2011) (Kovacs *et al.*, 2020). *Reef crest* merupakan daerah terumbu karang dangkal menghadap laut yang membentuk puncak pada kondisi surut dapat terekspos daerah ini menerima absorpsi energi gelombang tinggi yang menjadi batas antara zona *reef flat* (Kovacs *et al.*, 2020) (Fahriansyah *et al.*, 2017). *Reef slope* (lereng terumbu) merupakan daerah yang miring dan terendam (Kovacs *et al.*, 2020). Zona geomorfik ini terbagi atas subzona atas *shelfbreak* dengan batas pengembangan terumbu karang pada 60 m dan subzona bawah hingga 120 m yang akan didominasi oleh kerangka *sciaphyllic* dari *sclerosponges*, *coral algae*, dan *mikrobia* (Blanchon, 2011).

Terumbu karang memiliki komunitas yang dinamis dan kompleks berupa mikroalga endosimbiotik, bakteri, archaea, dan jamur (Pernice *et al.*, 2020). Hubungan timbal balik yang berpengaruh sangat penting di habitat karang dengan keberadaan ikan, krustasea, moluska, echinodermata, dan turf alga (Candri *et al.*, 2018) (Tebbett *et al.*, 2020). Asosiasi yang terjadi pada ekosistem terumbu karang dapat menjadi sebuah ancaman atau peluang bagi kehidupan terumbu karang. *Zooxanthellae* merupakan organisme fotosintesis termasuk juga makroalga bentik, turf algae (alga berfilamen kecil yang mencakup banyak spesies *cyanobacteria*, seringkali dengan mikroalga bentik lain

seperti diatom), fitoplankton dan lamun yang hidup pada ekosistem terumbu karang (Bégin *et al.*, n.d.).

B. Turf Alga

Turf alga sering digunakan sebagai bioindikator terumbu karang yang sehat. Turf alga sangat bervariasi dalam morfologi dan spesies (Connell *et al.*, 2014). Turf alga merupakan kumpulan alga dari berbagai spesies, umumnya alga makroskopik berfilamen yang berukuran pendek (<2 cm) dan biasanya menutupi substrat keras pada terumbu karang (Connell *et al.*, 2014). Dengan kemampuan tumbuh dengan cepat, turf alga dapat berkompetisi dan menutupi karang hidup, dan pada akhirnya mendegradasi substrat dasar. Pertumbuhan turf alga sangat dipengaruhi oleh nutrisi, sedimen yang terjebak dalam turf alga, daya ramban (*grazing*), dan kompetisi dengan biota lainnya (Tebbett & Bellwood, 2019).

Turf alga sering terlibat dalam interaksi terhadap karang hermatipik yang akan merusak jaringan tissue karang (Haas *et al.*, 2010). Agregasi yang dilakukan oleh turf alga dapat membentuk karpet yang luas dan padat sehingga mampu menutupi rekrutmen karang (Connell *et al.*, 2014). Turf alga pendek mendominasi pada hamparan terumbu karang sehat yang akan didorong oleh stressor lokal hingga tumbuh menjadi turf alga panjang sehingga kondisi lebih terdegradasi dan mencegah untuk melakukan pemulihan (Fong *et al.*, 2018).

C. Ancaman Ekosistem Terumbu Karang

Pulau yang tersebar pada gugusan Kepulauan Spermonde menerima banyak tekanan yang berasal dari 40.000 masyarakat yang bermukim di pulau-pulau Spermonde (Reuter *et al.*, 2022). Pengurangan keanekaragaman akan terjadi seiring perbedaan tekanan yang terjadi berdasarkan jarak dari daratan utama Pulau Sulawesi (Yusuf *et al.*, 2021). Aktivitas antropogenik pada pulau-pulau kecil berdampak besar terhadap terumbu karang di Spermonde (Fudjaja *et al.*, 2020). Sedimentasi dan eutrofikasi akan memberikan dampak secara tidak langsung pada karang yang merupakan hasil dari aktivitas antropogenik (Reuter *et al.*, 2022). Perbedaan tingkat sedimentasi dapat dilihat dari perbedaan jarak antara pulau yang dekat dari Kota Makassar hingga pulau terjauh begitupun dengan tingkat konsentrasi nutrisi di perairan. peningkatan dan penurunan nilai eutrofikasi secara konstan terlihat secara spasial dari daerah dengan input yang besar di lokasi pantai (Plass-Johnson *et al.*, 2018).

D. Kepulauan Spermonde

Wallacea merupakan salah satu provinsi bio-geografis yang merupakan "hotspot" keanekaragaman hayati tertinggi di dunia (Ambo-Rappe & Moore, 2019)

termasuk dalam area *Coral Triangle* dengan 76% spesies karang dunia yang menjadi prioritas konservasi laut tertinggi (J. E. N. Veron *et al.*, 2009). Kepulauan Spermonde yang terletak pada bagian Barat Daya Pulau Sulawesi (Jompa, 1996) termasuk dalam garis Wallacea dan *Coral Triangle* memiliki keanekaragaman organisme yang tinggi (Ferse *et al.*, 2012) (Tresnati *et al.*, 2020). Kepulauan Spermonde membentang ke Utara sekitar 200 km dan dari Kota Makassar ke luar sekitar 60 km (Jompa, 1996) dengan kedalaman 680 m (Gordon *et al.*, 2003). Spermonde terdiri dari 120 pulau (Kench & Mann, 2017) memiliki luas sekitar 2.500 km² (Tresnati *et al.*, 2020). Kepulauan Spermonde dibagi menjadi 4 garis berdasarkan distribusi terumbu karang, jarak dari daratan utama dan kedalaman perairan berupa *zona inner zone*, *middle inner zone*, *outer middle zone*, dan *outer zone* (Nurdin *et al.*, 2016) (Faizal *et al.*, 2020).

Spermonde mendapat pengaruh angin muson yang mengalami perubahan 2 kali dalam setahun pada muson Barat angin bertiup dari Asia menuju Australia begitupun sebaliknya (Jalil, 2013). Bulan Juni hingga Agustus dengan curah hujan rendah dan kecepatan angin berkisar 0-17 knot dari Timur laut dan Timur merupakan tanda musim Timur (Jalil *et al.*, 2014), sedangkan musim Barat dengan curah hujan melimpah dan badai terjadi pada bulan Desember hingga Maret (Miñarro *et al.*, 2016). Iklim Kepulauan Spermonde pada kondisi normal musim hujan akan berlangsung bulan November hingga April dan musim kemarau pada bulan Mei hingga Oktober (Nasir, 2016).

Arus Lalu Lintas Indonesia (ARLINDO) merupakan satu-satunya jalur terbuka perpindahan antara cekungan Samudera Pasifik dan Hindia pada garis lintang tropis (Sprintall & Révelard, 2014). Perubahan musim yang terjadi di Kepulauan Spermonde akan mengubah kondisi arus laut. Musim Barat dan musim Timur yang menggerakkan angin akan memodulasi arus dan gelombang di Selat Makassar dan Kepulauan Spermonde (Kench & Mann, 2017).

Kepulauan Spermonde memiliki sekitar 150 pulau dengan jarak yang cukup dengan dari antara pulau hanya beberapa pulau yang memiliki jarak lebih dari 70 km (Timm *et al.*, 2017). Kepulauan Spermonde berhadapan langsung dengan Kota Makassar yang berpenduduk sekitar 1.243 (Statistics of Makassar, 2021). Kepulauan Spermonde memiliki tingkat gangguan antropogenik yang tinggi dengan kepadatan penduduk yang mempengaruhi kondisi lingkungan (Kench & Mann, 2017). Selama berabad-abad masyarakat pulau telah menggunakan karang keras sebagai bahan bangunan (Ferse *et al.*, 2012). Masyarakat lokal dan jaringan internasional makanan laut banyak melakukan penangkapan di area Spemonde (Navarrete Forero *et al.*, 2017). Para laki-laki di Kepulauan Spermonde bekerja sebagai nelayan dan perempuan bekerja di rumah (Glaser *et al.*, 2015). Penangkapan ikan berlebih (Rukminasari *et al.*, 2020) menggunakan alat tangkap tidak ramah lingkungan seperti bom, sianida, *gill nets* (Moore

et al., 2017) merupakan hal yang sering terjadi di pulau-pulau Spermonde (Nurdin *et al.*, 2016).