

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perairan tropis tersusun atas tiga ekosistem penyusun yaitu mangrove, lamun, dan terumbu karang. Terumbu karang termasuk salah satu ekosistem yang memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi. Ekosistem ini memiliki fungsi ekologis sebagai habitat berbagai jenis biota laut yang saling berhubungan dan mempengaruhi rantai makanan di laut (Sinaga et al. 2023), sehingga ekosistem ini menempati posisi penting dalam tingkat keanekaragaman hayati. Ekosistem ini juga memiliki nilai estetika yang tinggi, namun mudah terdegradasi jika kualitas lingkungan sekitar berubah. Perubahan ini meliputi kerusakan alami dan kerusakan dari aktivitas manusia (Jubaedah & Anas, 2019).

Secara umum, terumbu karang dapat didefinisikan sebagai bentuk struktur fisik kapur beserta ekosistem yang membentuk sedimen kalsium karbonat akibat adanya aktivitas biogenik yang berlangsung di bawah permukaan air laut (Dewi et al. 2023). Ekosistem terumbu karang sebagai sumber daya wilayah pesisir yang sangat rentan terhadap kerusakan, terutama yang disebabkan oleh perubahan alam dan perilaku masyarakat di sekitarnya. Akibat dari perubahan tersebut terumbu karang dapat mengalami kerusakan (mati), sehingga membutuhkan waktu yang sangat lama untuk dapat pulih kembali. Nybakken (1992) dan Nurma et al. (2022) menyatakan bahwa terdapat beberapa jenis terumbu karang yang membutuhkan waktu satu tahun untuk mencapai panjang 1 cm.

Persebaran dan pertumbuhan karang tergantung pada kondisi habitatnya. Kondisi di alam tidak selalu stabil karena adanya gangguan yang berasal dari alam dan aktivitas manusia (Kadek & Ayu, 2020). Keberadaan terumbu karang di suatu perairan laut sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungannya seperti salinitas, pH (Moirra et al. 2020), suhu, kedalaman, arus, gelombang, kecerahan (Fikri et al. 2021). Beberapa parameter tersebut dapat dikategorikan ke dalam parameter oseanografi. Parameter tersebut dapat digunakan untuk menganalisis hubungan dan pengaruh dari kondisi oseanografi terhadap persebaran *life form* terumbu karang (Fikri et al. 2021).

Sebaran bentuk pertumbuhan (*life form*) terumbu karang dapat berbeda-beda, tergantung karakteristik oseanografinya (Dewi et al. 2023). Sebagai contoh, terumbu karang yang berada di daerah berhadapan langsung dengan laut lepas akan mengalami kondisi pergerakan massa air dan arus sehingga dapat menyeleksi larva karang untuk menempel pada substrat (Bara'langi et al. 2021). Terumbu karang di suatu perairan dapat didominasi oleh satu bentuk pertumbuhan dan ini sangat ditentukan oleh faktor lingkungan di sekitarnya (Isdianto & Luthfi, 2020).

Faktor alam, terutama kedalaman (Warsa & Purnawati, 2017) menyebabkan adanya perbedaan zonasi terumbu karang di antaranya yaitu *reef flat*, *back reef*, *reef crest*, dan *slope*. Setiap zona terumbu karang memiliki kondisi lingkungan fisik yang berbeda seperti gelombang, arus dan suhu. Adanya variasi habitat tersebut menyebabkan setiap spesies karang harus memiliki adaptasi morfologi sebagai bentuk

penyesuaian diri terhadap lingkungannya. Beberapa jenis karang yang sama memiliki bentuk pertumbuhan yang berbeda pada setiap zona terumbu karang (Andrianto, 2016). Andrianto (2016) menyatakan bahwa *Acropora tabulate* atau meja lebih banyak terdapat pada zona *reef flat* dan *reef crest* sementara karang *Acropora* berbentuk *arboresen* banyak terdapat pada zona *slope*.

Barus et al. (2018) menyebutkan beberapa hasil penelitian bahwa jenis karang yang memiliki bentuk pertumbuhan bercabang umumnya lebih sensitif terhadap perubahan suhu dibandingkan dengan karang masif. Penelitian lainnya juga menunjukkan bahwa karang masif lebih kuat terhadap pemutihan akibat kenaikan suhu, sedangkan karang bercabang cenderung mengalami kematian massal dalam waktu singkat. Peningkatan suhu muka air laut dapat meningkatkan patogen virus dan dapat menyebabkan ketahanan (kekebalan) organisme karang menjadi berkurang.

Pulau Barranglompo merupakan salah satu pulau yang terdapat di wilayah gugusan Kepulauan Spermonde Sulawesi Selatan dan berhadapan langsung dengan perairan Selat Makassar. Karakteristik dari Selat Makassar sendiri yaitu terdapat arus yang bergerak dari Samudera Pasifik ke Samudera Hindia (Gunawan et al. 2019). Arus ini biasanya disebut Arus Lintas Indonesia (ARLINDO) atau lebih dikenal sebagai *Indonesian Through Flow* (ITF) (Safruddin & Zainuddin, 2021). Pranowo et al. (2022) menyatakan bahwa Arus Lintas Indonesia (ARLINDO) mengontrol sebaran menegak massa air utama di kawasan timur Indonesia dan massa air memiliki karakteristik sesuai dengan daerah asalnya. Pola sirkulasi massa air pada setiap musim berbeda, pada musim barat umumnya mass air mengalir ke arah timur perairan Indonesia, sedangkan pada musim timur terjadi sebaliknya suplai massa air yang bersumber dari daerah *upwelling* di Laut Arafua dan Laut Banda yang akan mengalir menuju perairan Indonesia bagian barat (Safruddin & Zainuddin, 2021).

Perairan Selat Makassar juga berpotensi terjadi gelombang tinggi hingga mencapai ketinggian 2-3 meter sesuai prakiraan dan peringatan yang pernah dipublikasikan oleh BMKG (Pranowo et al. 2022). Faktor tersebut tentunya juga dapat mempengaruhi kondisi parameter oseanografi lainnya, seperti kecerahan. Pola persebaran kecerahan juga bergantung dari proses fisik air laut. Arus laut memiliki kemampuan untuk menyebarkan padatan tersuspensi ke berbagai arah (Indrayana et al. 2014).

Pulau Barranglompo memiliki karakteristik kedalaman yang bervariasi antara 10-50 meter. Kedalaman tersebut sangat ideal untuk habitat ekosistem perairan khususnya ekosistem terumbu karang. Parameter arus dan gelombang yang dimiliki Pulau Barranglompo juga cenderung tenang, sehingga meminimalisir terjadinya resuspensi sedimen yang dapat menyebabkan tertutupnya polip karang (Lapong et al. 2024). Pulau Barranglompo menjadi salah satu pulau yang padat penduduk di antara Kepulauan Spermonde, sehingga hal tersebut tentunya dapat mempengaruhi kondisi perairan di sekitar pulau (Ilham et al. 2017). Sebagai contoh pada sisi timur Pulau Barranglompo memiliki tutupan terumbu karang paling sedikit dibandingkan dengan sisi lainnya (Akmal & Handiani, 2023). Kondisi tersebut kemungkinan dapat terjadi karena sisi timur pulau ini terdapat dermaga transportasi kapal dari Makassar menuju Pulau Barranglompo. Adanya kegiatan pelayaran kapal ini dapat berpengaruh pada oseanografi perairan di sekitarnya. Perubahan beberapa parameter oseanografi ini juga nantinya dapat

berpengaruh pada persebaran dan pertumbuhan terumbu karang (Akmal & Handiani, 2023).

Pulau Barranglompo memiliki luas terumbu karang sekitar 36,77 ha pada tahun 2022. Data tersebut terus berubah tiap tahunnya dikarenakan adanya perubahan kondisi perairan Indonesia, salah satunya yang diakibatkan oleh fenomena gelombang panas laut yang dapat menyebabkan kenaikan suhu permukaan laut. Kenaikan suhu permukaan laut ini juga tentunya dapat menyebabkan proses pemutihan karang (*Coral bleaching*) (Akmal & Handiani, 2023). Faktor tersebut menjadikan alasan utama Pulau Barranglompo dipilih sebagai lokasi penelitian. Pulau Barranglompo juga memiliki aktivitas perairan yang tinggi sehingga dapat mempengaruhi faktor oseanografinya terhadap persebaran *life form* terumbu karang.

1.2 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Mengetahui kondisi oseanografi berupa suhu, salinitas, pH, kecerahan, arus dan gelombang di perairan Pulau Barranglompo.
2. Mengetahui tutupan dasar perairan, kondisi terumbu karang dan variasi sebaran *life form* karang yang terdapat di perairan Pulau Barranglompo
3. Menganalisis pengaruh arus dan gelombang terhadap sebaran *life form* karang di perairan Pulau Barranglompo

Manfaat dari penelitian ini yaitu dapat memberikan data dan informasi tentang kondisi oseanografi perairan Pulau Barranglompo, tutupan dasar beserta kondisi terumbu karangnya serta variasi dari sebaran *life form* karang beserta pengaruhnya dengan parameter oseanografi di perairan Pulau Barranglompo serta menjadi referensi bagi masyarakat umum atau pihak yang ingin meneliti di perairan Pulau Barranglompo.

1.3 Landasan Teori

1.3.1 Faktor yang Mendukung Pertumbuhan Karang

Semua organisme hidup mengalami tumbuh dan berkembang menurut Suharsono (1984) tumbuh bagi karang kurang lebih dapat diartikan sebagai perubahan massa per satuan waktu, perubahan volume per satuan waktu, perubahan permukaan per satuan waktu. Semua perubahan ini bersifat tidak kembali (*irreversible*). Terumbu karang telah beradaptasi terhadap sejumlah perubahan, serangkaian ancaman kombinasi dari eksploitasi yang berlebihan, polusi, dan khususnya perubahan iklim dunia. Semua ancaman tersebut saat ini meningkat jumlahnya, dan kegiatan-kegiatan manusia menyebabkan percepatan perubahan iklim dunia dapat membuat terumbu karang sulit beradaptasi (Guntur et al. 2021). Terdapat beberapa faktor utama yang mempengaruhi proses pertumbuhan karang di antaranya yaitu suhu, pH, arus, gelombang, kecerahan dan perbedaan kedalaman.

Suhu, merupakan faktor penting dalam penyebaran geografis terumbu karang. Perbedaan proses laut menyebabkan terjadinya perbedaan penyebaran, pertumbuhan, dan perkembangan dalam skala dunia. Penyebaran suhu perairan dangkal di Indonesia umumnya berkisar antara 27-29°C. Suhu tersebut ideal untuk perkembangan terumbu

karang di Indonesia (Guntur et al. 2021). Naiknya suhu permukaan laut (SPL) memengaruhi kepekaan *zooxanthellae* (Hoegh-Guldberg, 1999).

Salinitas, merupakan salah satu faktor yang dapat mempercepat pertumbuhan karang, akan tetapi dapat juga menghambat pertumbuhan karang. Karang termasuk dalam kelompok biota *stenohaline* (rentan perubahan kecil). Perubahan salinitas mengganggu proses elektrokimia normal sel dan menyebabkan berkurangnya metabolisme dalam organisme laut (Kuanui, 2015). Kondisi salinitas yang rendah dan salinitas yang tinggi pada karang akan mengakibatkan penurunan kinerja fotosintesis yang kemudian akan terjadi pemutihan (*bleaching*) dan akhirnya peningkatan kematian karang (Sifa et al. 2021). Salinitas optimum pada hewan karang berkisar 30-33 ppt dan rata-rata salinitas air laut di daerah tropis adalah 34-36 ppt. Salinitas yang baik untuk pertumbuhan hewan karang yaitu di kisaran 32-35 ppt (Zurba, 2019).

Derajat keasaman (pH), dapat menentukan kelangsungan hidup bagi pertumbuhan terumbu karang. Rember (2012) berpendapat bahwa pH yang normal di suatu perairan berkisar antara 8,0-8,3. Air laut pada umumnya memiliki nilai pH di atas 7 yang berarti basa, namun dalam kondisi tertentu nilainya dapat berubah menjadi lebih rendah dari 7 sehingga bersifat asam dimana sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan nilai pH. Pengasaman laut (*ocean acidification*) merupakan istilah yang diberikan untuk proses turunnya pH air yang kini terjadi akibat kenaikan penyerapan karbon dioksida di atmosfer yang dihasilkan dari berbagai kegiatan manusia (Nayyiroh & Muhsoni, 2022).

Arus dan Gelombang, berperan dalam pertumbuhan terumbu karang. Koloni karang dengan struktur kerangka-kerangka yang padat dan masif tidak akan rusak oleh gelombang, tetapi justru dengan adanya arus/gelombang laut tersebut akan memberikan sumber air segar yang mengandung oksigen dalam air laut sekaligus dapat menghilangkan endapan-endapan yang menutupi permukaan koloni karang. Pegerakan massa air ini juga tentunya membawa sejumlah nutrisi atau unsur hara yang berguna bagi kehidupan terumbu karang (Guntur et al. 2021), selain itu arus ini akan membantu penyebaran larva karang (Zurba, 2019). Terdapat kecenderungan bahwa semakin besar tekanan hidrodinamis seperti arus dan gelombang, bentuk karang lebih mengarah ke bentuk pertumbuhan *Encrusting*. Arus menyebabkan bentuk cabang mempunyai penyesuaian arah tertentu sedangkan gerakan gelombang menyebabkan spesies bercabang mempunyai cabang yang lebih pendek dan tumpul (Zurba, 2019).

Kecerahan air, merupakan bagian dari faktor penting bagi pertumbuhan terumbu karang. Terumbu karang memerlukan air laut yang bersih dan jernih, apabila terjadi kekeruhan pada air laut akan memengaruhi penetrasi cahaya matahari sehingga laju pertumbuhan dan produksi terumbu karang akan terhenti. Kebanyakan terumbu karang tidak dapat bertahan dengan adanya endapan yang berat karena dapat menutupi dan menyumbat struktur terumbu karang. Endapan di dalam air laut juga berpengaruh negatif terhadap penetrasi cahaya yang dibutuhkan oleh *zooxanthellae* untuk fotosintesis (Guntur et al. 2021).

Kedalaman, berkaitan erat dengan ketersediaan cahaya untuk pertumbuhan terumbu karang sehingga sangat membatasi keberadaan terumbu karang. Kebanyakan terumbu karang berada pada kedalaman kurang dari 20 meter. Semakin dalam suatu lautan maka semakin berkurang cahaya yang dapat masuk ke dalam lautan tersebut

sehingga akan mempengaruhi laju fotosintesis *zooxanthellae* (Rahman, 2024). Spesies karang yang terdapat di tempat yang lebih dalam memiliki bentuk yang lebih tipis dan kurus. Hal tersebut disebabkan oleh proses kalsifikasi yang kurang optimal dikarenakan kurangnya intensitas cahaya yang didapatkan (Zurba, 2019).

1.3.2 Terumbu Karang

Terumbu karang adalah struktur di dasar laut berupa deposit kalsium karbonat di laut yang dihasilkan terutama oleh hewan karang. Karang adalah hewan tidak bertulang belakang yang termasuk dalam filum Cnidaria. Satu individu karang atau disebut polip karang memiliki ukuran yang bervariasi (1 mm–50 cm) (Afrianti, 2015). Pembentukan terumbu karang merupakan suatu proses yang lama dan kompleks, prosesnya dimulai dengan penempelan berbagai biota penghasil kapur pada substrat yang keras. Pembentuk utama terumbu karang adalah Scleractinia atau karang batu dimana sebagian besar dari karang tersebut hidup bersimbiosis dengan alga bersel tunggal (*zooxanthellae*) yang berada di dalam jaringan endodermnya sehingga memerlukan cahaya matahari untuk berfotosintesis. Karang yang bersimbiosis dengan alga termasuk kedalam kelompok karang hermatipik, sedangkan yang tidak bersimbiosis dengan alga disebut karang ahermatipik (Suharsono, 2008).

Ekosistem terumbu karang berperan dalam penyeimbang di laut dan sebagai peredam abrasi suatu perairan dan secara ekologi juga berperan sebagai area pemijahan (*spawning ground*), area pengasuhan (*nursery ground*) dan tempat mencari makan (*feeding ground*) pada ikan dan biota lainnya (Arini, 2013). Terumbu karang memiliki fungsi penting bukan hanya pada aspek ekologi tetapi juga pada sektor ekonomi, oleh karena itu kondisinya pada saat ini maupun perkembangannya di waktu yang akan datang perlu untuk terus dimonitoring dan perlu dilakukan penilaian (*assessment*). Monitoring terhadap terumbu karang harus senantiasa dilakukan secara benar dan tepat untuk dapat mengambil kesimpulan yang diperlukan dalam kebijakan dan langkah-langkah strategis dalam menjaga keutuhan ekosistem terumbu karang, terutama bagi pengelola dan pihak terkait (*stakeholder*) lainnya (Purnama et al. 2020).

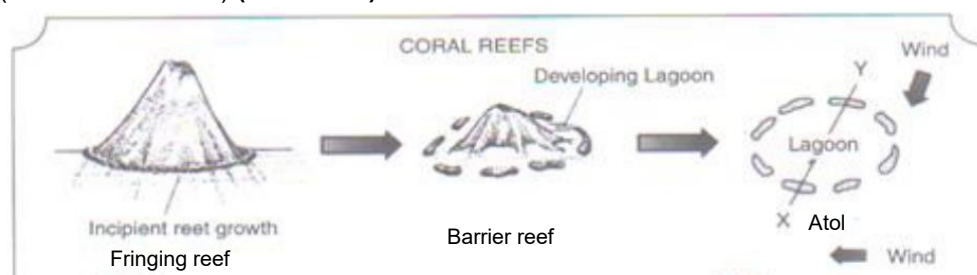
1.3.3 Jenis-jenis Karang dan Bentuk Pertumbuhan Karang

Penggolongan karang umumnya dibedakan menjadi dua berdasarkan struktur terumbu, yaitu karang keras (*hard coral*) dan karang lunak (*soft coral*). Karang keras memiliki struktur keras menonjol, tidak bergerak, permukaannya kasar seperti kertas pasir sedangkan karang lunak memiliki struktur lunak, melambai jika disapu di sekitarnya. Secara umum terdapat empat kelompok Cnidaria, yaitu Hydrozoa, Schypozoa, Cubozoa dan Anthozoa. Hydrozoa terdiri dari *Millepora* dan *Stylasterina* dan bukan merupakan karang pembentuk terumbu. Anthozoa yang umum dikenal adalah contohnya Sclerectinia atau lebih dikenal sebagai karang keras yang meliputi jenis-jenis karang pembentuk terumbu utama (Zurba, 2019).

Karang keras terbagi lagi menjadi dua kategori yaitu *Acropora* dan *non-Acropora*. Beberapa peneliti karang membagi keduanya atas dasar keberadaan *axial corallite* dan *radial corallite*. Karang kategori *Acropora* mempunyai *axial corallite* dan *radial corallite*, sedangkan *non-Acropora* hanya memiliki *radial corallite* saja.

Pengelompokkan ini juga didasarkan pada jumlah kelompok karang *Acropora* yang umumnya merupakan salah satu kelompok karang yang sangat dominan pada suatu perairan. Genera karang *Acropora* umumnya memiliki bentuk morfologi koloni yang bercabang dan merupakan salah satu komponen utama pembangun terumbu karang. Pertumbuhan karang bercabang berlangsung lebih cepat (Zurba, 2019).

Formasi terumbu karang dipengaruhi faktor topografi yang dibentuk oleh proses geologi alam. Pemahaman mengenai formasi terumbu karang memberikan informasi kecenderungan bentuk pertumbuhan yang mendominasi suatu zona dengan memperhatikan faktor jarak ekosistem terhadap daratan (pulau) ataupun laut lepas. Terdapat beberapa macam bentuk terumbu yang didasarkan teori penenggelaman (*subsidence theory*) oleh Charles Darwin tahun 1842 yang diuraikan oleh Burke et al. (2001) di antaranya yaitu terumbu karang tepi, terumbu karang penghalang dan atol (Guntur et al. 2021) (**Gambar 1**).



Gambar 1. Tipe terumbu karang (Burke et al. 2001; Guntur et al. 2021).

Tipe terumbu karang tepi atau yang biasa dikenal sebagai *fringing reef* merupakan terumbu karang yang terdapat di sepanjang pantai dan rentang kedalamannya tidak lebih dari 40 meter. Pertumbuhan terumbu karang ini menuju kearah atas (permukaan) dan mengarah ke arah laut terbuka. Terumbu karang ini biasanya berperan sebagai peredam gelombang besar yang mendekati pantai. Terumbu karang penghalang atau yang biasa dikenal sebagai *barrier reef* merupakan terumbu karang yang letaknya berada jauh dari pantai dan dipisahkan oleh laguna. Keberadaan terumbu karang ini biasanya berada pada kedalaman 40-70 meter. Pertumbuhan terumbu karang ini biasanya memanjang menyusuri pantai. Sesuai dengan namanya terumbu karang ini merupakan komponen utama dalam perlindungan karang yang berada di belakangnya dan juga pelindung bagi area daratan yang berada di sekitarnya. Atol merupakan terumbu karang yang membentuk melingkar seperti cincin yang muncul dari perairan yang dalam dan letaknya jauh dari daratan (Guntur et al. 2021).

Pertumbuhan karang memiliki bermacam bentuk baik yang mencakup individu maupun koloni (Guntur et al. 2021). Berdasarkan bentuk pertumbuhan karang terbagi menjadi beberapa bentuk yaitu *branching*, *tabulate*, *encrusting*, *massive*, *submassive*, *foliose* dan *mushroom* (Zurba, 2019). Setiap bentuk pertumbuhan memiliki karakteristiknya masing-masing yang berkorelasi erat dengan kondisi dan pola dinamika lingkungan fisiknya (Guntur et al. 2021).

Bentuk bercabang (*Branching*), yaitu koloni karang yang tumbuh secara vertikal (lebih dominan) maupun horizontal. Percabangan yang terbentuk dapat tumbuh memanjang atau melebar, cenderung kasar dan memiliki tingkat pertumbuhan paling cepat dapat mencapai 20 cm/tahun.

Bentuk meja (*Tabulate*), yaitu karang yang tumbuh secara horizontal (melebar) pada puncaknya sehingga tampak seperti meja. Memiliki permukaan datar dengan sistem percabangan yang relatif pendek dan merata. Sisi bawah dari permukaan karang ini terdapat sebuah batang karang yang bertumbuh pada satu sisi, Bentuk karang yang lebar ini sering dijadikan sebagai tempat perlindungan bagi ikan karang dan biota karang lainnya.

Bentuk kerak (*Encrusting*), yaitu karang yang tumbuh seperti kerak, biasanya menutupi dasar terumbu dan memiliki ketahanan terhadap hempasan ombak. Memiliki struktur yang kasar dan berlubang-lubang dengan ukuran yang kecil.

Bentuk padat (*Massive*), yaitu karang yang bertumbuh lebih dominan ke arah horizontal daripada vertikal, memiliki permukaan yang halus dan strukturnya padat, memiliki bentuk bervariasi dengan ukuran yang juga beragam. Karang ini termasuk kedalam karang yang pertumbuhannya lambat (kurang dari 1 cm/tahun) akan tetapi jenis ini paling sering ditemukan di perairan dengan ukuran yang besar.

Bentuk submasif (*Submassive*), yaitu karang yang pertumbuhannya merupakan hasil gabungan antara bentuk pertumbuhan *massive* dan *branching*. Berdasarkan namanya karang ini lebih dominan bertumbuh secara horizontal.

Bentuk lembaran (*Foliose*), yaitu karang yang berbentuk seperti lembaran (daun). Bentuknya kecil dan membentuk lipatan atau melingkar. Bentuk pertumbuhan ini jika ditemukan di perairan akan tampak seperti bunga yang sedang mekar dan pertumbuhannya lebih dominan ke arah vertikal.

Bentuk jamur (*Mushroom*), yaitu karang yang umumnya berbentuk lingkaran atau oval, pipih, bersifat soliter. Bentuk pertumbuhan ini memiliki sekat-sekat yang alurnya serentak dari sisi-sisinya dan sekat-sekat tersebut akan saling bertemu pada bagian tengahnya di satu titik. Bentuk ini sering dijumpai dengan ukuran yang berbeda-beda.

Veron (1986); English et al. (1997) menyatakan bahwa terdapat beberapa bentuk pertumbuhan karang beserta karakteristiknya masing-masing (**Tabel 1**).

Tabel 1. Kategori pendataan terumbu karang (English et al. 1997).

Kategori		Kode	Ciri-ciri
Hard Coral			
Acropora	Branching	ACB	Bentuk pertumbuhan bercabang serta memiliki aksial dan radial koralit
	Encrusting	ACE	Bentuk merayap dan tumbuh bergerak di dasar
	Submassive	ACS	Berbentuk kokoh atau kuat
	Digitate	ACD	Berbentuk percabangan yang rapat seperti jari tangan
	Tabulate	ACT	Berbentuk menyerupai meja

Tabel 1. Lanjutan

Kategori	Kode	Ciri-ciri	
Hard Coral			
<i>Branching</i>	CB	Bentuk pertumbuhan bercabang dan hanya memiliki radial koralit	
<i>Encrusting</i>	CE	Menempel melapisi substrat, berbentuk plat.	
<i>Foliose</i>	CF	Berbentuk seperti lembaran daun	
<i>Massive</i>	CM	Berbentuk seperti batu besar	
<i>Non-Acropora</i>	<i>Submassive</i>	CS	Cenderung membentuk kolom kecil atau seperti baji
	<i>Mushroom</i>	CMR	Berbentuk seperti jamur, hidup soliter
	<i>Heliopora</i>	CHL	Karang biru
	<i>Millepora</i>	CME	Karang api
	<i>Tubipora</i>	CTU	Karang berbentuk pipa
Dead Scleractinia			
<i>Dead Coral</i>	DC	Karang yang baru mati dengan warna yang pudar	
<i>Dead Coral with algae</i>	DCA	Karang mati yang ditumbuhi alga	
Other Fauna			
<i>Soft Coral</i>	SC	Karang dengan struktur tubuh yang lunak	
<i>Sponge</i>	SP	-	
<i>Zoanthids</i>	ZO	-	
<i>Other</i>	OT	-	
Algae			
<i>Algae assamblage</i>	AA	Tersusun lebih dari satu jenis alga	
<i>Coralline Alge</i>	CA	-	
<i>Halimeda</i>	HA	-	
<i>Macroalgae</i>	MA	Alga yang berukuran besar	
<i>Turf Algae</i>	TA	Alga yang berfilamen lembut	
Abiotik			
<i>Sand</i>	S	Substrat pasir	
<i>Rubble</i>	R	Pecahan karang tidak beraturan	
<i>Silt</i>	SI	Substrat lumpur	
<i>Water</i>	WA	Celah air lebih dari 50 cm	
<i>Rock</i>	RCK	Batu kapur, granit, batu gunung	

1.3.4 Zonasi Terumbu Karang

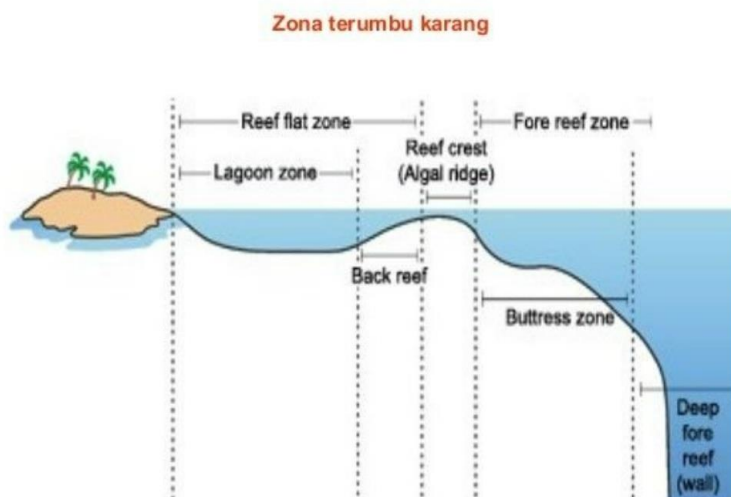
Haris & Rani (2023) berpendapat bahwa terdapat pembagian zonasi terumbu karang yang terbagi berdasarkan 4 bagian yaitu:

Reef Flat, merupakan daerah paparan terumbu karang yang rentan terhadap surut karena berada paling dekat dengan pantai, terjadi peralihan komunitas yang

disebabkan oleh variasi suhu dan salinitas. Daerah ini dapat ditemukan beberapa koloni kecil karang terutama karang bercabang dan submasif. Daerah ini terdapat pada kedalaman sekitar 1 m dan memiliki lebar yang bervariasi antara 30 m sampai beberapa ribu meter panjangnya.

Reef Crest, merupakan daerah tubir dan masih menerima pengaruh hempasan gelombang, sebagian besar bentuk pertumbuhan karang dapat ditemui terutama karang bercabang yang lebih dapat mentolerir terjanan ombak. Daerah ini terdapat pada kedalaman 2-3 m dan di daerah ini juga keberadaan biota laut terutama ikan karang cukup melimpah. *Reef crest* juga memiliki pembagian zonanya di antaranya yaitu *back reef* (bagian ke arah darat dari *reef crest*)

Fore Reef, merupakan lanjutan dari daerah lereng (mengarah ke laut) atau hanya dasar merata yang cenderung mulai tertutupi oleh sedimentasi. Daerah ini juga mulai jarang terlihat komunitas karang keras yang lebat, tetapi beberapa karang lunak dan hewan benthik invertebrata banyak ditemui pada daerah ini yang memiliki kedalaman lebih dari 10 meter. Zona ini juga dilengkapi oleh *reef slope* yang menjadi bagian lereng curam pada kawasan *fore reef*.



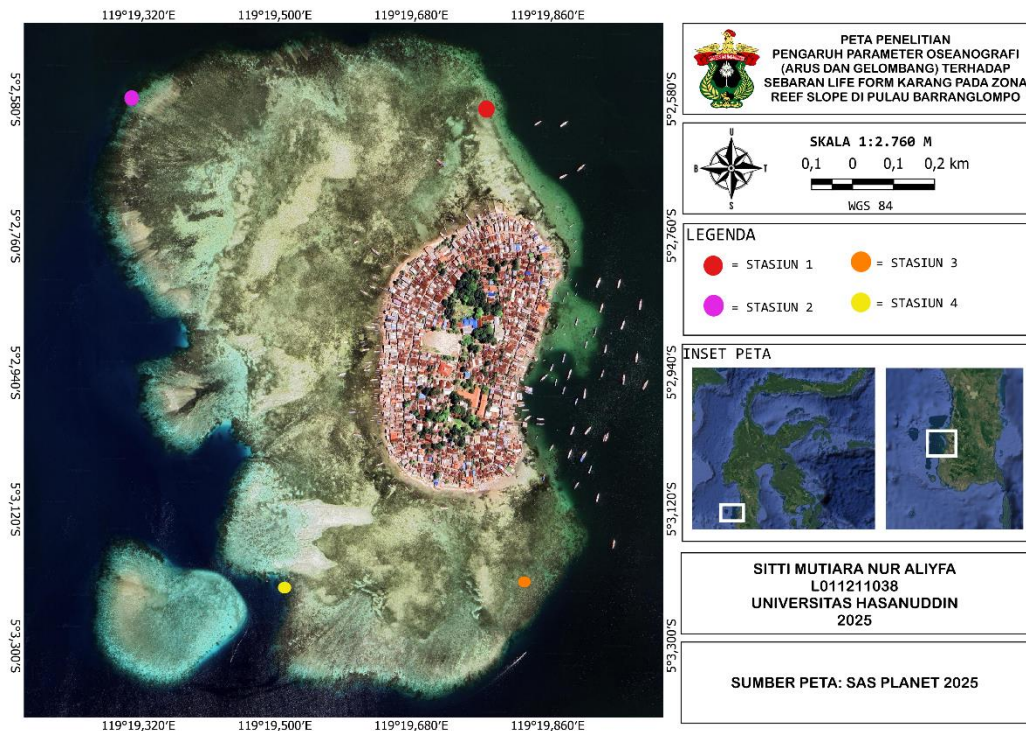
Gambar 2. Zonasi terumbu karang (Haris & Rani, 2023).

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Tempat dan Waktu

Lokasi penelitian dilaksanakan di Pulau Barranglombo, Kepulauan Sangkarrang, Kecamatan Ujung Tanah, Sulawesi Selatan (**Gambar 3**). Pengambilan data *life form* karang dan parameter oseanografi dilaksanakan pada tanggal 18-21 Maret 2025 secara langsung di Pulau Barranglombo.



Gambar 3. Peta lokasi penelitian.

2.2 Alat dan Bahan

Terdapat beberapa alat dan bahan yang digunakan untuk mendukung proses pengambilan data. Alat dan bahan yang digunakan sebagai berikut.

2.2.1 Alat

Terdapat beberapa alat yang digunakan selama penelitian dilakukan, yaitu:

Tabel 2. Alat yang digunakan pada penelitian.

No.	Alat	Keterangan
1.	Botol sampel	Penyimpanan sampel air laut
2.	Gelas	Wadah sampel air saat pengukuran
3.	GPS (<i>Global Positioning System</i>)	Penentuan titik koordinat lokasi pengambilan data
4.	<i>Handrefractometer</i>	Pengukur salinitas perairan
5.	Layang-layang arus	Pengukuran kecepatan arus perairan
6.	Perahu	Transportasi selama pengambilan data
7.	Pipet tetes	Alat bantu pengambilan sampel air dengan volume tertentu
8.	pH meter	Pengukur pH perairan
9.	Roll meter	Transek pengambilan data
10.	Scuba set (<i>Self Contained Underwater Breathing Apparatus</i>)	Alat bantu pernafasan dalam air saat pengambilan data
11.	<i>Secchi disk</i>	Pengukuran kecerahan perairan
12.	<i>Stopwatch</i>	Pengukuran satuan waktu
13.	Termometer air raksa	Pengukuran suhu perairan
14.	<i>Underwater camera</i>	Pengambilan dokumentasi foto bawah air

2.2.2 Bahan

Terdapat beberapa bahan yang digunakan selama penelitian dilakukan, yaitu:

Tabel 3. Bahan yang digunakan pada penelitian.

No.	Bahan	Keterangan
1.	Air sampel	Sampel pengukuran parameter salinitas dan pH
2.	<i>Aquadest</i>	Kalibrasi alat sebelum digunakan
3.	Buku <i>life form</i> karang	Membantu dalam mengidentifikasi <i>life form</i> karang
4.	<i>Tissue</i>	Membersihkan sekaligus mengeringkan alat yang telah digunakan
5.	<i>Underwater book</i>	Media catat bawah air

2.3 Metode Penelitian

Prosedur penelitian yang digunakan mencakup beberapa mekanisme pengukuran parameter oseanografi dan prosedur pengambilan data karang. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan penentuan kondisi/kategori dalam bentuk kualitatif. Data oseanografi dan terumbu karang yang didapatkan juga dapat mendeskripsikan kondisi kualitas lingkungan sekitar.

2.3.1 Pengukuran Parameter Oseanografi

Parameter oseanografi yang diukur secara langsung meliputi data suhu, salinitas, pH, arus, kedalaman dan kecerahan, sedangkan untuk parameter gelombang akan digunakan data sekunder selama periode setahun (April 2024-April 2025). Adapun data pendukung lainnya yaitu data kecepatan arus selama periode yang sama.

Pengukuran suhu di lokasi menggunakan alat berupa thermometer air raksa yang dicelup ke dalam air. Penggunaan thermometer *air raksa* ini didasari pada sifatnya yang peka terhadap perubahan suhu di sekitar dan efisien dalam penanganannya. Pengukuran suhu dilakukan sebanyak 3 kali ulangan per stasiun dengan perbedaan waktu pengambilan di setiap ulangannya (pagi, siang dan sore). Nilai yang didapatkan melalui alat thermometer raksa ini yaitu nilai satuan (tanpa desimal).

Pengukuran salinitas menggunakan sampel air yang telah diambil menggunakan botol sampel. Pengambilan air sampel dilakukan di kolom air dekat dengan posisi transek. Pengukuran salinitas digunakan alat berupa *handrefractometer*. Pengukuran salinitas dilakukan sebanyak 3 kali ulangan di setiap stasiun dengan perbedaan waktu pengambilan di setiap ulangannya (pagi, siang dan sore). Nilai yang didapatkan melalui alat *handrefractometer* ini yaitu nilai satuan (tanpa desimal).

Pengukuran pH diukur menggunakan alat pH meter dengan menggunakan sampel air yang telah diambil menggunakan botol sampel. Pengambilan air sampel dilakukan di kolom air dekat dengan posisi transek. Pengukuran pH dilakukan sebanyak 3 kali ulangan di setiap stasiun dengan perbedaan waktu pengambilan di setiap ulangannya (pagi, siang dan sore). Nilai yang didapatkan melalui alat pH meter ini yaitu nilai satuan (dengan desimal).

Pengukuran kecerahan air digunakan alat berupa *Secchi disk* yang terdiri atas pemberat, piringan dan juga tali lintasan yang memiliki panjang 10 m. Pada permukaan piringan terdapat warna hitam dan putih (arsiran) empat bagian. Mekanisme penetuannya yaitu kecerahan terhitung apabila bagian hitam pada piringan sudah tidak terlihat. Pengukuran kecerahan dilakukan sebanyak 3 kali ulangan di setiap stasiun dengan perbedaan waktu pengambilan di setiap ulangannya (pagi, siang dan sore). Nilai yang didapatkan dalam bentuk satuan meter.

Pengukuran kedalaman dilakukan dengan menggunakan panjang tali dari alat *Secchi disk*. *Secchi disk* diturunkan hingga ke dasar dan dipastikan posisinya lurus dengan posisi pendata, kemudian panjang tali yang terendam air dihitung untuk memperkirakan kedalaman perairan. Pengukuran kedalaman hanya dilakukan 1 kali pada saat pendataan terumbu karang dilakukan.

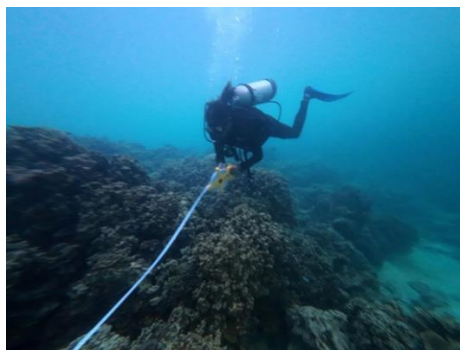
Pengukuran arus dilakukan dengan menggunakan alat layang-layang arus. Penggunaan alat layang-layang arus didasari pada ketersediaan alat yang ada dan juga merupakan alat pengukur arus paling sederhana namun dapat memberi acuan arah melalui keempat sisinya. Pengukuran arus juga dilakukan sebanyak 3 kali ulangan di setiap stasiun dengan perbedaan waktu pengambilan di setiap ulangannya (pagi, siang dan sore). Terdapat data sekunder yang digunakan yaitu data kecepatan arus selama periode April 2024-April 2025 yang diperoleh melalui data citra satelit dari website *Copernicus* (<https://data.marine.copernicus.eu/products>). Penampilan data kecepatan arus selama periode setahun ini berbeda dengan pengukuran arus di lokasi penelitian.

Penampilan hasil akhir data kecepatan arus selama periode setahun ditampilkan dalam bentuk grafik.

Pengukuran tinggi gelombang digunakan data sekunder selama periode April 2024-April 2025 yang diperoleh melalui data citra satelit melalui website *Copernicus* (<https://data.marine.copernicus.eu/products>). Data yang diperoleh kemudian diinput pada aplikasi *Microsoft Excel* untuk ditampilkan hasil tinggi gelombang dalam bentuk grafik untuk setiap stasiun.

2.3.2 Tutupan Dasar dan Kondisi Terumbu Karang

Metode yang digunakan pada pengamatan tutupan dasar, kondisi terumbu karang dan sebaran *life form* karang yaitu dengan melihat keberagaman karang pada metode pengamatan *Line Intercept Transect* (LIT) dengan panjang transek 100 m (English et al. 1997) (yang dimodifikasi), dibagi menjadi 3 sub-transek (ulangan) yang masing-masing panjangnya yaitu 30 m dengan jarak antar ulangan yaitu 5 m (**Gambar 4**). Pengambilan data *life form* karang ini juga disertai dengan pengambilan beberapa foto terumbu karang. Pengambilan data dilakukan pada zona *reef slope* dengan kedalaman sekitar 3-5 meter. Hasil pendataan LIT diinput ke aplikasi *Microsoft Excel* untuk dianalisis dan menghasilkan data persentase tutupan karang, variasi sebaran, frekuensi kemunculan dan panjang koloni/individu tiap kategori *life form* karang yang ada di area lokasi stasiun penelitian.



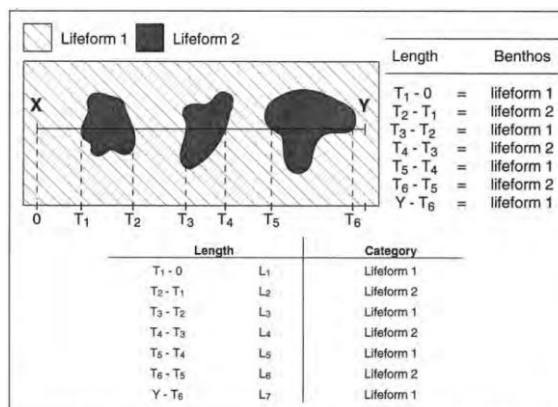
Gambar 4. Pemasangan transek (Dokumentasi pribadi).

2.3.3 Variasi Bentuk Pertumbuhan Karang, Jumlah dan Ukuran Koloni

Pendataan variasi sebaran kategori *life form* karang dilakukan dengan menggunakan metode *Line Intercept Transect* (LIT) pada kedalaman 3-5 meter. Pengambilan data variasi dilakukan di sepanjang transek pada setiap stasiun (**Gambar 5**). Setiap pendataan dilakukan, dicatat bentuk pertumbuhan disertai ukuran panjang dari setiap karang yang muncul. Data ini dikumpulkan dan diinput pada aplikasi *Microsoft Excel*, kemudian ditampilkan menjadi data variasi sebaran kategori *life form* karang di setiap stasiun. Variasi sebaran ini juga akan dilengkapi dengan data frekuensi kemunculan tiap kategori *life form*. Adapun panduan kategori *life form* karang yang digunakan yaitu berdasarkan English et al. (1997) (**Tabel 4**).

Tabel 4. Kategori *life form* karang (English et al. 1997).

Kategori		Kode	Ciri-ciri
Hard Coral			
Acropora	Branching	ACB	Bentuk pertumbuhan bercabang serta memiliki aksial dan radial koralit
	Encrusting	ACE	Bentuk merayap dan tumbuh bergerak di dasar
	Submassive	ACS	Berbentuk kokoh atau kuat
	Digitate	ACD	Berbentuk percabangan yang rapat seperti jari tangan
	Tabulate	ACT	Berbentuk menyerupai meja
Non-Acropora	Branching	CB	Bentuk pertumbuhan bercabang dan hanya memiliki radial koralit
	Encrusting	CE	Menempel melapisi substrat, berbentuk plat.
	Foliose	CF	Berbentuk seperti lembaran daun
	Massive	CM	Berbentuk seperti batu besar
	Submassive	CS	Cenderung membentuk kolom kecil atau seperti baji
	Mushroom	CMR	Berbentuk seperti jamur, hidup soliter
	Heliopora	CHL	Karang biru
	Millepora	CME	Karang api
	Tubipora	CTU	Karang berbentuk pipa

**Gambar 5.** Ilustrasi pendataan terumbu karang dengan metode LIT (English et al. 1997).

Frekuensi kemunculan tiap kategori *life form* karang didapatkan pada hasil pendataan LIT. Hasil pendataan LIT dikumpulkan lalu diinput kedalam *Microsoft Excel*. Data karang yang telah dikategorikan akan dikategorikan menjadi tiap kategori *life form* karang dan dianalisis untuk mendapatkan hasil frekuensi kemunculan tiap kategori *life form* karang di setiap stasiun. Hasil akhirnya akan menunjukkan rata-rata frekuensi kemunculan tiap kategori *life form* karang pada setiap stasiun.

Data panjang koloni/individu juga diperoleh melalui pendataan LIT yang dilakukan. Data panjang koloni/individu diinput pada aplikasi *Microsoft Excel* lalu

dianalisis, setelah ditampilkan secara terpisah berdasarkan tiap kategori *life form* karang. Hasil akhirnya akan menunjukkan rata-rata panjang tiap kategori *life form* karang pada setiap stasiun.

2.4 Analisis Data

2.4.1 Parameter Oseanografi

Terdapat beberapa rumus yang digunakan dalam pengukuran oseanografi di antaranya arus dan kecerahan. Rumus yang digunakan dalam pengukuran arus menggunakan layang-layang arus yaitu sebagai berikut (Riandi et al. 2022).

$$V = \frac{S}{T}$$

Keterangan: V = kecepatan arus (m/s), S = jarak perpindahan pelampung (m), T = waktu (detik).

Selain pengukuran di lokasi penelitian, dilakukan juga perhitungan kecepatan arus periode satu tahun dengan menggunakan data sekunder yang bersumber dari satelit (website Copernicus). Rumus kecepatan arus yang digunakan yaitu menghitung magnitudo (besar) dari sebuah vektor resultan yang memiliki komponen u dan v (Akbar et al. 2023):

$$R = \sqrt{u^2 + v^2}$$

Keterangan: R = kecepatan arus resultan (m/s), U = kecepatan arus laut ke arah sumbu x (timur-barat) (m/s), V = kecepatan arus laut ke arah sumbu y (utara-selatan) (m/s).

Pengukuran kecerahan di lokasi penelitian dapat dianalisis menggunakan rumus sebagai berikut (Sari et al. 2017):

$$K = \frac{D}{Z} \times 100\%$$

Keterangan: K = kecerahan perairan (%), D = piringan pertama kali terlihat (m), Z = total kedalaman (m).

2.4.2 Tutupan Dasar dan Kondisi Terumbu Karang

Terdapat beberapa cara untuk menentukan kondisi terumbu karang, salah satunya yaitu dengan mengetahui persentase tutupan terumbu karang. Rumus yang digunakan dalam pengolahan data persentase tutupan terumbu karang menurut English et al. (1997) yaitu membandingkan ukuran tutupan substrat dengan panjang garis transek menggunakan persamaan berikut.

$$L = \frac{Li}{N} 100\%$$

Keterangan: L = persentase tutupan terumbu karang (%), Li= total panjang *life form* (cm), N= panjang transek (cm).

Penentuan kondisi terumbu karang dapat dinilai berdasarkan persentase tutupannya. Terdapat kriteria penentuan kondisi terumbu karang yang dikeluarkan oleh Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 4 Tahun 2001 (**Tabel 5**).

Tabel 5. Kriteria penentuan kondisi terumbu karang.

Persentase Tutupan (%) Karang Hidup	Kategori	Kondisi Terumbu Karang
0 – 24,9	Rusak	Buruk
25 – 49,9	Rusak	Sedang
50 – 74,9	Baik	Baik
75 - 100	Baik	Baik sekali

Analisis statistik juga dilakukan pada penelitian ini. Penelitian ini membahas tentang keterkaitan parameter oseanografi (arus dan gelombang) terhadap sebaran *life form* karang sehingga analisis statistik yang digunakan yaitu *t-student*. Penelitian ini membahas tentang keterkaitan parameter oseanografi (arus dan gelombang) terhadap sebaran *life form* karang sehingga analisis statistik yang digunakan yaitu uji *t-student*. Analisis ini digunakan untuk melihat signifikansi pengaruh parameter oseanografi (arus dan gelombang) terhadap setiap kategori *life form* karang. Penggolongan dibagi menjadi dua, yaitu lokasi satu yang memiliki gelombang tinggi dan arus besar dan lokasi dua yang memiliki gelombang rendah dan arus yang kecil.