

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia memiliki kekayaan sumber daya laut yang sangat melimpah di antaranya sumber daya ikan, terumbu karang, pesisir, ekowisata, lamun dan rumput laut. Pemanfaatan sumber daya kelautan berdampak terhadap masyarakat utamanya dalam potensi ekonomi yang besar di laut dan perairan pesisir (Lestari et al., 2020). Salah satu potensi perikanan yang unggul yaitu rumput laut. Menurut Subagio & Sofiandi (2019) rumput laut adalah salah satu komoditas laut yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi dan dapat diperbanyak dengan cara budidaya. Berdasarkan data Kementrian Kelautan Perikanan (2020), Indonesia merupakan produsen rumput laut terbesar di dunia dengan produksi mencapai 9,6 juta ton per tahun. Pada September 2022, jumlah ekspor rumput laut Indonesia tercatat sebesar 180,6 ton dengan nilai US\$455,7 juta, dengan tujuan utama ekspor ke Tiongkok. Nilai ini mengalami peningkatan dibandingkan periode yang sama pada tahun 2021(KKP, 2022). Rumput laut dimanfaatkan sebagai bahan baku industri kosmetik, farmasi, makanan dan minuman (Hidayat, 2019). Selain itu, rumput laut juga dijadikan bahan campuran pakan ternak seperti unggas dan ruminansia. Penggunaannya sebagai pakan ternak ruminansia menjadi pilihan karena kemampuannya untuk mengurangi kandungan gas metana (CH_4) pada sendawa hewan ruminansia.

Gas metana yang berasal dari limbah ternak ruminansia menjadi salah satu penyumbang utama dalam pemanasan global (Chadwick et al., 2011). Perternakan ruminansia seperti sapi selain menghasilkan susu maupun daging, peternakan sapi juga menghasilkan limbah feses dan urin. Menurut IPCC (2012), limbah ternak baik padatan maupun cair memiliki potensi menghasilkan emisi CH_4 . Produksi CH_4 dari limbah ternak dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan seperti komposisi biomassa, suhu dan cara penanganan limbah tersebut (Puspitasari et al., 2015). Untuk mengurangi CH_4 yang menjadi gas buangan pada sendawa dan feces serta urin hewan ruminansia, dilakukan pencampuran pakan ternak dengan rumput laut. Rumput laut yang digunakan untuk mengurangi gas metana adalah rumput laut jenis *Asparagopsis taxiformis* (Wang et al., 2008; Dubois et al., 2013; Maia et al., 2016).

Selain untuk memitigasi gas metana dari buangan hewan ruminansia, *A. taxiformis* juga dapat dijadikan suplemen pada pakan ikan yang bertujuan untuk meningkatkan respon imun, toleransi terhadap stres, toleransi terhadap patogen, laju pertumbuhan dan efisiensi pakan (Thépot et al., 2021a). Senyawa aktif dari *A. taxiformis* (bromoform, flavonoid, dan sterol) memiliki efek positif mikrobioma gastrointestinal, sel imun dan endokrin pada *Siganus fuscescens*, mengefisienkan pakan ikan sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan (Thépot et al., 2021b).

Penambahan *A. taxiformis* (utuh atau ekstrak) pada ikan Salmon, dapat meningkatkan pertumbuhan dan respon imun (Thépot et al 2022).

Senyawa bromoform (CHBr₃) yang dikandung *A. taxiformis* (Ramin et al., 2023), adalah senyawa anti-metanogenik yang berfungsi mengurangi gas metana secara signifikan. Bromoform yang dikeluarkan dari sel kelenjar khusus, dapat menghambat reaksi transfer metil yang mengarah pada pembentukan gas metana (Tamayo et al., 2021). Jenis *A. taxiformis* terbukti secara *in vitro* (Machado et al., 2014) maupun *in vivo* (Raque et al., 2019) efektif sebagai anti-metanogenik yang kuat. Penelitian Li et al., (2016) melaporkan penurunan gas metana enterik hingga 80% pada domba, dan pengurangan gas metana pada sapi potong sebesar 80% - 98 % (Kinley et al., 2020; Roque et al., 2021).

Penelusuran terhadap hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa terdapat 28.300 publikasi yang terkait dengan budidaya rumput laut, namun tidak satupun yang terkait langsung dengan budidaya *A. taxiformis*. Ditemukan 11.000 publikasi yang terkait dengan salinitas, namun tidak satu pun yang terkait langsung dengan budidaya *A. taxiformis*. Penelusuran lebih dalam menemukan 4.340 publikasi ilmiah tentang *A. taxiformis*, 1.020 di antaranya terkait dengan kemampuan *A. taxiformis* mereduksi kandungan gas metan pada kotoran hewan ruminansia. Publikasi ilmiah terkait parameter biologi perairan sangat sedikit. Ditemukan dua publikasi ilmiah tentang habitat *A. taxiformis* (Padila et al., 2007; Mancuso et al., 2022), satu publikasi tentang karakteristik morfometrik (Andreakis et al., 2004) dan hanya satu publikasi ilmiah tentang pertumbuhannya (Torres et al., 2024).

Keberhasilan budidaya rumput laut sangat dipengaruhi oleh kualitas bibit dan kualitas air perairan. Sebagai organisme yang bergantung pada unsur hara dalam air, pertumbuhan dan perkembangan rumput laut tentu sangat memerlukan kualitas unsur hara. apabila kualitas air tidak sesuai akan berdampak pada pertumbuhan maupun menurunkan kualitas rumput laut (Mulyadi, 2023). Selain itu, hal terpenting penelitian mengenai kajian organisme yang berasosiasi habitat *A. taxiformis*. Organisme yang berasosiasi dengan rumput laut memiliki peran penting karena dapat memengaruhi pertumbuhan, bentuk, dan ketahanan rumput laut melalui produksi senyawa bioaktif serta interaksi ekologis. Keberadaan rumput laut pada perairan akan mendukung produktivitas perairan yang menyediakan kelimpahan, keberagaman, biomassa organisme lain (Baba et al., 2020)

Pemanfaatan rumput laut *A. taxiformis* yang masih mengandalkan hasil panen dari alam ini menjadi tantangan besar. Untuk memenuhi permintaan pasar maka perlu dilakukan budidaya, namun terkendala dengan kurangnya referensi terkait aspek bioekologi *A. taxiformis*. Maka dilakukan penelitian tentang kajian karakteristik morfometrik, kajian parameter kualitas air dan organisme yang berasosiasi di habitat alami *A. taxiformis* (Gambar 1).

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu :

- a. Bagaimana karakteristik morfometrik gametofit *A. taxiformis* pada habitat alami?
- b. Bagaimana parameter kualitas air pada habitat alami *A. taxiformis*?
- c. Apa saja jenis organisme yang berasosiasi pada habitat alami *A. taxiformis*?

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis aspek bioekologi rumput laut *A. taxiformis* pada habitat alami.

- a. Menganalisis karakteristik morfometrik gametofit *A. taxiformis* pada habitat alami.
- b. Menganalisis parameter kualitas air pada habitat alami *A. taxiformis*.
- c. Mengidentifikasi jenis organisme yang berasosiasi pada habitat alami *A. taxiformis*.

1.4. Manfaat Penelitian

Diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan budidaya rumput laut *A. taxiformis* secara massal sehingga pemanfaatan rumput laut ini tidak tergantung pada ketersediaan di alam.

1.5. Batasan Penelitian

Penelitian ini mencakup parameter bioekologi antara lain: karakteristik morfometrik, kualitas air, organisme yang berasosiasi pada habitat alami *A. taxiformis*.

1.6. Teori

- a. Habitat

Asparagopsis taxiformis adalah alga merah (Rhodophyta) yang tumbuh dan melekat di batu, atau tumbuh pada rumput laut lainnya (Andreakis et al., 2004). Tersebar di wilayah tropis hingga subtropis, tanaman ini melimpah di Laut Atlantik dan Indo-Pasifik (Gury & Gury, 2015). *A. taxiformis* juga ditemukan di berbagai negara yang memiliki iklim tropis mau pun subtropis seperti Australia, California, dan Hawaii (Padilla-Gamiño & Carpenter, 2007; Mata et al., 2017). *A. taxiformis* ditemukan di sepanjang Pantai Australia Utara yang tersebar hingga Pantai Timur dan ke Australia Barat serta ditemukan di Australia Selatan (Rule et al., 2025). Terdapat dua spesies dari Genus *Asparagopsis* yang dikenali secara taksonomi yaitu *Asparagopsis armata* (Harvey) dan *Asparagopsis taxiformis* (Delile) Trevisan (Guiry & Guiry, 2020). *A. taxiformis* memiliki stolon yang merambat dan bercabang dengan sumbu tegak berbentuk silinder yang berkembang ke segala arah (Gambar 3).

Siklus hidup alga merah (Rhodophyta), utamanya pada Florideophyceae, sangat unik karena mempunyai 3 fase (triphasic). Siklus hidup 3 fase ini adalah fase gametofit yang haploid (thalli menghasilkan gamet), karposporofit dan tetrasporofit yang diploid (biasanya menghasilkan 4 spora melalui pembelahan meiosis). Gametofit dan tetrasporofit umumnya adalah dua tumbuhan yang berbeda, sedangkan karposporofit adalah jaringan diploid yang terdapat pada tumbuhan betina.

b. Kualitas air

Faktor kualitas air seperti kecepatan arus, salinitas, suhu, kedalaman dan nutrisi menjadi bagian penting dalam penentuan keberhasilan kehidupan rumput laut. Karena kualitas air menjadi syarat utama yang dimanfaatkan oleh rumput laut untuk proses pertumbuhan dan perkembangannya.

Kecepatan arus, adalah faktor penting dalam kehidupan rumput laut karena dapat menyuplai nutrisi, yang dimanfaatkan untuk pertumbuhan rumput laut dan juga dapat mempengaruhi suhu perairan (Nashrullah et al, 2021). Arus yang terlalu pelan menyebabkan epifit yang tumbuh menempel pada rumput laut akan semakin banyak, dan menjadi kompetitor dalam mendapatkan nutrisi. Selain itu arus yang terlalu pelan akan mengganggu penyerapan unsur hara yang berada di perairan (Atmanisa, 2020). Jika arus terlalu kuat juga dapat menyebabkan penyerapan unsur hara oleh rumput laut menjadi kurang maksimal. Selain itu, arus yang kuat dapat merusak thallus rumput laut, seperti dapat menyebabkan patah, robek atau bahkan terlepas dari substratnya (Abidin, 2018). Salah satu faktor yang mempengaruhi kecepatan arus adalah keberadaan lamun. Keberadaan lamun di perairan dangkal dapat menurunkan laju arus, sedangkan pada perairan laut dalam jarang ditemukan lamun, sehingga arus lebih besar karena tidak ada yang menahannya (Melsasail et al., 2018).

Salinitas air merupakan parameter kimia yang mempengaruhi sifat air, di antaranya tekanan osmotik pada rumput laut. Keseimbangan tekanan osmotik akan membantu penyerapan unsur hara untuk fotosintesis, sehingga pertumbuhan rumput laut akan lebih optimal (Yuliyana et al., 2015). Kisaran yang sesuai untuk budidaya rumput laut antara 28-37 ppt (Lase et al., 2020). Salinitas optimal yang dapat ditoleransi rumput laut untuk pertumbuhan dan keberlangsungan hidup adalah 25-35 ppt (Yulianto et al., 2017). Pada penelitian Torres R et al., (2023), salinitas yang digunakan untuk budidaya *A. taxiformis* adalah 33 ppt.

Setiap spesies memiliki kisaran salinitas optimum yang berbeda-beda (Kumar et al., 2014). Pada umumnya salinitas yang tinggi (hiper-osmolaritas) menyebabkan pengeringan sel karena kandungan air dalam sel akan tertarik keluar, sedangkan salinitas yang rendah (hipo-osmotik) mendorong terjadinya hidrasi sel. Selama pengeringan, konsentrasi ion seluler dapat meningkat, tetapi rasio ion tetap konstan. Sebaliknya selama alga mengalami stres terhadap salinitas, sel alga tidak

hanya dapat meningkatkan konsentrasi ioniknya, tetapi juga mengalami perubahan rasio ion karena penyerapan secara selektif (Kumar et al., 2014). Perubahan salinitas secara fluktuatif yang disebabkan oleh pengeringan pada sel alga, dapat mengakibatkan terjadinya kebocoran ion dan elektrolit pada membran sel, kristalisasi zat terlarut, denaturasi protein yang dapat memicu perubahan dalam proses fisiologis bersamaan dengan akumulasi spesies oksigen reaktif dan perubahan pH.

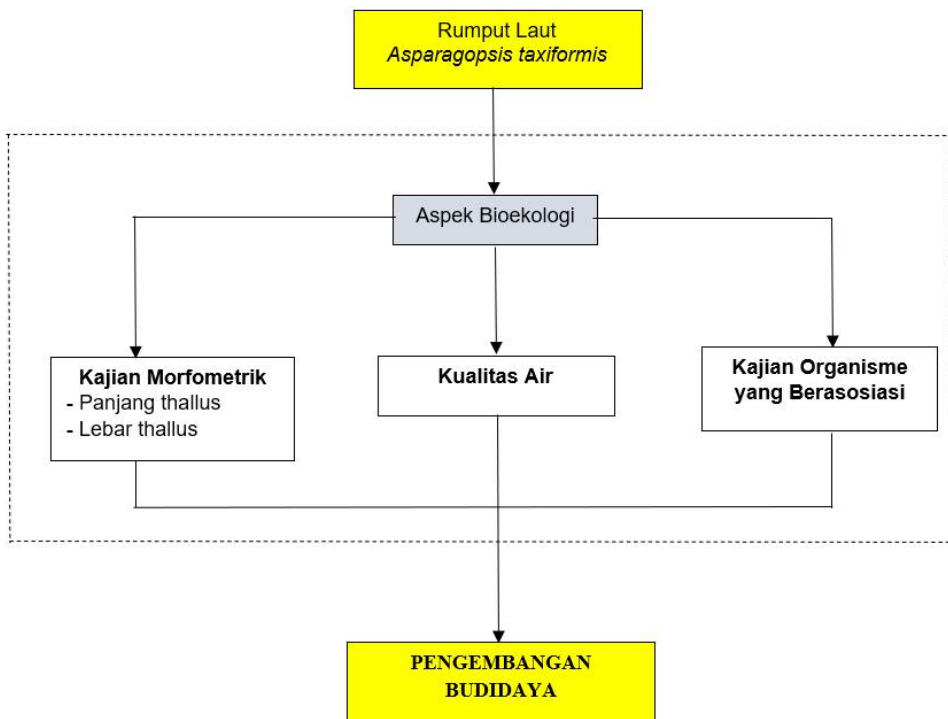
Suhu berpengaruh secara langsung maupun tidak langsung terhadap perkembangan dan pertumbuhan organisme akuatik, sehingga suhu menjadi salah satu faktor pembatas (Syamsuddin R, 2014). Suhu berperan penting dalam proses fotosintesis dan penyerapan karbon dioksida pada rumput laut. Suhu yang baik untuk membudidayakan *A.taxiformis* pada skala laboratorium dengan menggunakan Erlenmeyer 500 ml adalah 15 °C (Batista 2020). *A.taxiformis* dibudidayakan dalam wadah kultur transparan dengan aerasi untuk menjaga biomassa dalam gerakan konstan dan dipelihara dalam suhu ruang 22°C (Torres et al., 2024). Genus *Asparagopsis* dicirikan dengan siklus hidup 3 fase (triphase) menunjukkan toleransi suhu yang berbeda tergantung pada tahap siklus hidup yang diamati (Zanolla et al., 2015). Semakin dalam perairan maka penetrasi cahaya matahari akan terbatas sehingga menyebabkan suhu semakin rendah (Melsasail et al., 2018).

Fosfat (PO_4^{3-}) merupakan parameter kimia penting karena keberadaannya yang terbatas di perairan (Sahir et al., 2022). Nitrat (NO_3^-) merupakan parameter kimia utama yang penting untuk pertumbuhan rumput laut. Rumput laut menyerap nutrisi yang ada di perairan. Jika kadar nitrat lebih dari 0,2 mg/l akan mengakibatkan eutrofikasi (pengayaan) yang selanjutnya menstimular pertumbuhan alga maupun tanaman air (Masihin et al., 2024). Khasanah et al., (2013) menyatakan kisaran nitrat untuk budidaya rumput laut antara 0,1-4,4 mg l⁻¹. Kadar nitrat yang rendah dapat menghambat pertumbuhan dan keberadaan makroalga (Melsasail et al. 2018).

Amonia (NH_3) dalam perairan dapat bersifat toksik apabila konsentrasinya lebih tinggi, terutama dalam kondisi an-aerob. Namun dalam kondisi oksigen yang cukup, amoniak dapat dioksidasi oleh bakteri *Nitrosomonas* dan *Nitrobacter* menjadi nitrat, yang tidak bersifat toksik dan bahkan dapat berfungsi sebagai nutrisi bagi organisme akuatik (Tahe. 2020). Amoniak dimanfaatkan untuk proses fotosintesis dan pertumbuhan (Indriyani et al., 2019), dengan kisaran <0,3 mg l⁻¹ untuk kondisi sangat sesuai untuk budidaya rumput laut (Ariyati et al., 2007). Rendahnya kadar amoniak di perairan ini diduga berkaitan dengan keberadaan rumput laut yang secara aktif menghasilkan oksigen melalui proses fotosintesis harian. Ketersediaan oksigen ini mendorong aktivitas bakteri nitrifikasi (*Nitrosomonas* dan *Nitrobacter*) dalam mengubah amoniak menjadi nitrat, yang kemudian dapat dimanfaatkan sebagai unsur hara oleh rumput laut (Tahe. 2020).

Kedalaman adalah parameter fisika yang menjadi salah satu faktor penentu kehidupan rumput laut. Perubahan kedalaman suatu perairan akan berpengaruh pada produktivitas perairan tersebut, penetrasi cahaya ke dalam perairan, suhu serta kandungan unsur hara untuk pertumbuhan rumput laut. Kedalaman perairan suatu lokasi budidaya juga berperan dalam menentukan metode budidaya rumput laut yang akan digunakan (Nashrullah et al., 2021). Di alam, *A. taxiformis* ditemukan di kedalaman yang bervariasi. Batista (2020) mengumpulkan *A. taxiformis* dengan cara snorkeling pada kedalaman 0-1,5 meter, namun di Teluk La Herradura, Spanyol Selatan, rumput laut ini ditemukan di kedalaman 1-3 meter (Torres et al. 2024). Kedalaman mempengaruhi keanekaragaman makroalga. Semakin dangkal perairan maka semakin terpapar sinar matahari. Kondisi ini dapat menimbulkan stres fisiologis bagi makroalga terutama yang memiliki thallus yang tipis (Handayani et al., 2023). Pada rumput laut *Gracilaria birdiae* kedalaman yang baik untuk hasil yang produktif adalah 10 cm dari permukaan air (Yulianto et al., 2017). Variasi kedalaman yang kecil pun dapat menyebabkan penurunan pertumbuhan alga karena intensitas cahaya yang kurang yang disebabkan oleh kekeruhan yang tinggi (De Oliveira et al., 2012). Rumput laut yang hidup dekat dari permukaan air memiliki biomassa sedikit karena dehidrasi dan kelebihan cahaya. Dehidrasi ini dapat disebabkan oleh air yang menguap dari tambak dan efek angin. Hal ini mengakibatkan hilangnya air di thallus dan menyebabkan hilangnya biomassa (De Oliveira et al., 2012).

1.7. Kerangka pikir penelitian



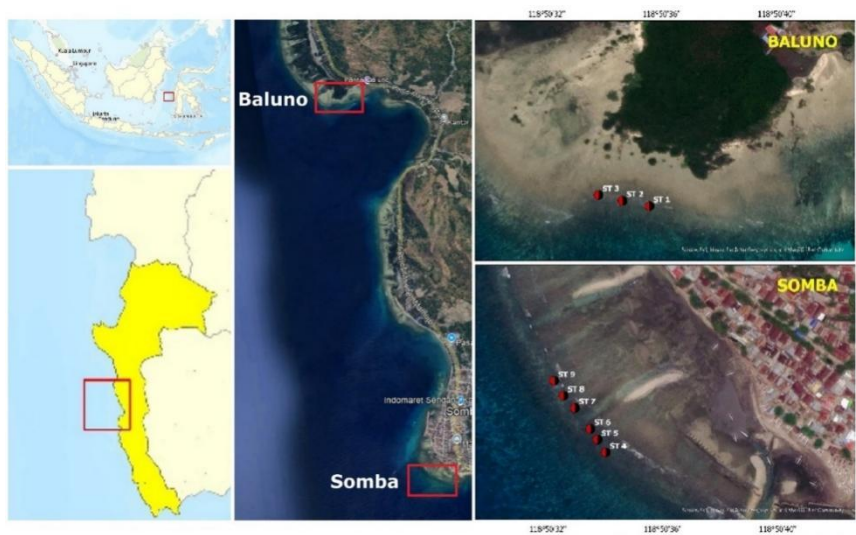
Gambar 1. Kerangka pikir penelitian aspek bioekologi *A. taxiformis*

BAB II

METODE PENELITIAN

1.1. Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan April - Agustus 2024. Penelitian lapangan dilakukan di Perairan Baluno dengan 3 stasiun, Somba 1 dengan 3 stasiun, dan Somba 2 dengan 3 stasiun di Kabupaten Majene, Provinsi Sulawesi Barat (Gambar 2), dengan titik koordinat masing-masing ditunjukkan pada Tabel 1. Perairan Baluno dan Somba1 kelimpahan *A. taxiformis* yang rendah, sedangkan Somba 2 kelimpahan *A. taxiformis* yang tinggi. Pengukuran morfometrik dan pengamatan organisme yang berasosiasi dilakukan di Laboratorium Multitrofik, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.



Gambar 2. Peta lokasi penelitian *Asparagopsis taxiformis* di perairan Pantai Baluno Desa Binaga dan perairan Pantai Somba Desa Mosso Kecamatan Sendana Kabupaten Majene Sulawesi Barat Indonesia.

Tabel 1. Titik koordinat lokasi penelitian

Stasiun	Titik Koordinat
ST1	03°20'24.61" S 118°50'35.59" E
ST2	03°20'24.42" S 118°50'34.65" E
ST3	03°20'24.23" S 118°50'33.81" E
ST4	03°22'51.51" S 118°50'42.76" E
ST5	03°22'51.06" S 118°50'42.47" E
ST6	03°22'50.68" S 118°50'42.21" E
ST7	03°22'49.95" S 118°50'41.68" E
ST8	03°22'49.52" S 118°50'41.29" E
ST9	03°22'49.0" S 118°50'40.97" E

1.2. Alat dan Bahan

Peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian di perairan Pantai Baluno Desa Binaga dan perairan Pantai Somba Desa Mosso Kecamatan Sendana Kabupaten Majene Sulawesi Barat, serta di Laboratorium Multitrofik Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Alat yang digunakan dalam penelitian

No	Nama Alat	Kegunaan	Jumlah
1.	Jangka sorong	Mengukur sampel	1 buah
2.	Kamera	Mengambil dokumentasi	1 buah
3.	Alat tulis	Mencatat	1 buah
4.	Pinset	Alat bantu	1 buah
5.	Bak fiber	Wadah kultur	3 buah
6.	Tempat Sampel	Sampel <i>A. taxiformis</i>	10 buah
7.	Tali	Penanda plot	10 buah
8.	GPS	Menentukan titik koordinat	1 buah
10.	Mikroskop	Menganalisi epifit	1 buah
11.	Timbangan digital	Menimbang <i>A. taxiformis</i>	1 buah
12.	Alat pengukuran kualitas air	Mengukur kecepatan arus, salinitas, suhu, kedalaman, fosfat, nitrat, dan amoniak	

Tabel 3. Bahan yang digunakan dalam penelitian

No	Nama bahan	kegunaan
1.	<i>A. taxiformis</i>	Sampel
2.	Hewan	Organisme yang menempel
3.	Makro alga	Organisme yang berasosiasi
4.	Tissu	Membersihkan
5.	Air steril	Membersihkan sampel

2.3. Prosedur Penelitian

Penelitian dilakukan selama 5 bulan yaitu bulan April hingga Agustus 2024, sampling dilakukan sekali untuk setiap bulannya dengan memilih 10 koloni yang menjadi titik pengambilan sampel dan pengamatan habitat alami

2.3.1. Prosedur di Lapangan

Pengambilan sampel *A.taxiformis* dilakukan satu kali setiap bulan. Di Lapangan dipilih 10 plot koloni pada masing-masing stasiun sebagai titik pengambilan sampel dan lokasi pengamatan habitat alami. Pengambilan sampel *A.taxiformis* dilakukan dengan snorkeling di lokasi penelitian pada kisaran kedalaman 1-2 m. Pada setiap koloni di masing-masing lokasi, thallus diambil dengan cara memotong stolon bersama minimal lima tegakan yang melekat padanya. Sampel kemudian dimasukkan ke dalam plastik sampel yang telah diberi label.

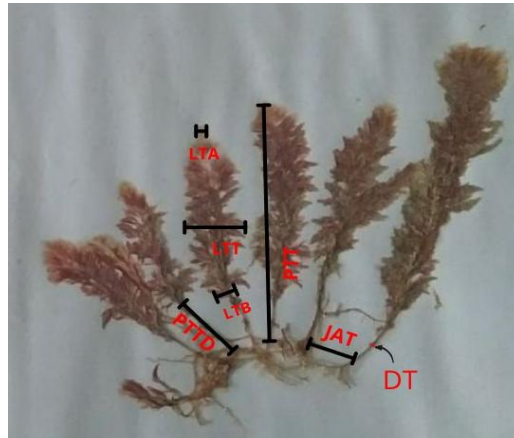
2.3.2. Prosedur di Laboratorium

Setelah tiba di laboratorium, sampel yang disimpan dalam plastik sampel kemudian dikeluarkan dan dibersihkan dari organisme penempel menggunakan pinset. Organisme penempel tersebut dipindahkan ke wadah terpisah untuk diamati lebih lanjut. Sampel *A.taxiformis* kemudian diletakkan di wadah kaca yang berisi air bersih untuk dilakukan pengukuran morfometrik. Pengamatan terhadap organisme penempel dilakukan dengan bantuan mikroskop.

2.4. Parameter Pengamatan

2.4.1. Karakteristik morfometrik gametofit *A. taxiformis*

Pengukuran karakteristik morfometrik *A. taxiformis* menggunakan kaliper digital dengan ketelitian 0,01 mm (sigmat digital stainless steel 150 mm), parameter morfometrik yang diukur meliputi: Jarak Antar Tegakan (JAT), Panjang Thallus Tegakan (PTT), Panjang Thallus Tanpa Daun (PTTD), Diameter Tegakan (DT), Lebar Thallus Bawah (LTB), Lebar Thallus Tengah (LTT), Lebar Thallus Atas (LTA), dan ada tidaknya karposporofit (Gambar 3).



Gambar 3. Karakteristik Morfometrik

2.4.2. Kajian organisme yang berasosiasi

Pengamatan organisme yang berasosiasi dilakukan di laboratorium dan hasilnya dianalisis secara deskriptif untuk menggambarkan jenis-jenis organisme yang berada di sekitar habitat *A. taxiformis*.

2.4.3. Pengukuran kualitas air

Pengukuran kualitas air yang dilakukan meliputi: kecepatan arus, salinitas, suhu, kedalaman diukur secara langsung di lokasi pengamatan. Pengukuran fosfat (PO_4^{3-}), nitrat (NO_3^-), amonia (NH_3) diukur di Laboratorium Kualitas Air Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan.

2.5. Analisis Data

Karakteristik variabel dependen terhadap variabel independen dianalisis dengan menggunakan Analisis Komponen Utama atau *Principal Component Analysis* (PCA) (Bengen, 2000). Metode ini adalah metode statistik deskriptif yang digunakan untuk menampilkan data dalam bentuk grafik dan informasi maksimum yang terdapat dalam suatu matriks data. Data morfometrik individu menjadi data baris dan variabel lingkungan (fisika kimia perairan) yang berbentuk kuantitatif menjadi data kolom (Ulqodrya et al., 2010).