

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Keanekaragaman

Keanekaragaman makhluk hidup di darat dan di laut disebut keanekaragaman hayati. Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki keanekaragaman alam. Indonesia adalah salah satu pusat keanekaragaman hayati terkaya di dunia (Siboro, 2019). Keanekaragaman hayati didefinisikan sebagai perbedaan bentuk makhluk hidup, termasuk perbedaan tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme, materi genetik yang dikandungnya, dan bentuk ekosistem tempat hidup makhluk hidup (Ridhwan, 2012). Indonesia memiliki peran yang sangat penting dalam kekayaan dan keanekaragaman jenis tumbuhan dan ekosistemnya (Anggraini, 2018). Namun, keanekaragaman yang besar harus selalu diimbangi dengan pelestarian alam. Hal ini dikarenakan keanekaragaman hayati sangat penting atau pengembangan ilmu pengetahuan.

2.1.1 Keanekaragaman Genetik

Keanekaragaman genetik termasuk dalam tingkatan biodiversitas. Keanekaragaman genetik merupakan suatu variasi di dalam populasi yang diakibatkan adanya keragaman di antara individu yang membentuk populasi tersebut (Kusuma et al., 2016). Genetika termasuk faktor yang sangat penting untuk pemeliharaan populasi serta pemulihan kerusakan sehingga genetik dapat dijadikan kunci konservasi.

2.1.2 Keanekaragaman Ekosistem

Salah satu tingkatan dari keanekaragaman hayati yaitu keanekaragaman ekosistem. Pada dasarnya, ekosistem terdiri dari berbagai elemen biotik dan elemen abiotik (Sembiring, 2020). Indonesia terkenal dengan keanekaragaman ekosistem pesisirnya. Tingginya tingkat keanekaragaman ekosistem Indonesia disebabkan oleh berbagai kondisi lingkungan, termasuk keragaman iklim dan jenis tanah (Setiawan, 2022).

2.1.3 Keanekaragaman Jenis

Letak Indonesia yang begitu strategis membuat Indonesia kaya akan keanekaragaman jenis. Keanekaragaman jenis yang ada, ditunjukkan dengan

beragamnya hewan, tumbuhan serta mikroba yang menempati suatu ekosistem. Indonesia berada pada daerah tropis yang menyebabkan perairan Indonesia semakin kaya akan berbagai jenis biota-biota laut yang selalu ditemukan di perairan pesisir (Sipahelut et al., 2019). Kekayaan alam ini harus dilindungi dan dilestarikan sehingga dapat dimanfaatkan oleh masyarakat untuk kepentingan di masa yang akan datang (Sriastuti et al., 2018).

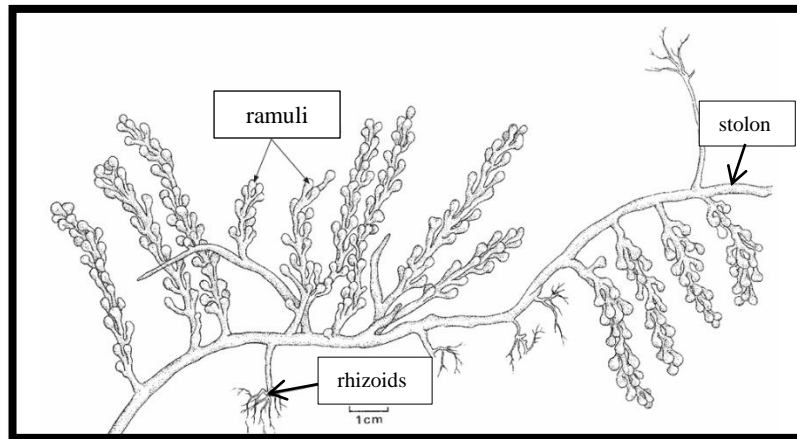
2.2 Anggur Laut (*Caulerpa sp.*)

2.2.1 Klasifikasi dan Morfologi Anggur Laut (*Caulerpa sp.*)

Klasifikasi Anggur Laut (*Caulerpa sp.*) menurut (Atmadja et al., 1996) adalah sebagai berikut:

Kerajaan	: Plantae
Filum	: Chlorophyta
Kelas	: Chlorophyceae
Ordo	: Caulerpales
Famili	: Caulerpaceae
Genus	: <i>Caulerpa</i>
Spesies	: <i>Caulerpa sp.</i>

Anggur laut atau biasanya dikenal dengan sebutan *green caviar* adalah jenis rumput laut dengan nama ilmiahnya adalah *Caulerpa sp.* (Samson et al., 2019). Anggur laut (*Caulerpa sp.*) merupakan jenis *Chlorophyceae* yang hidup menyebar di beberapa perairan Indonesia (Kenedi et al., 2023). Anggur laut (*Caulerpa sp.*) termasuk dalam genus makroalga *Chlorophyta* dari famili *Caulerpaceae*. Ciri umum dari anggur laut (*Caulerpa sp.*) yakni keseluruhan dari tubuhnya terdiri dari satu sel dengan bagian bawah menjalar sebagai alat pelekak pada substrat. Memiliki stolon dan rhizoid bentuknya hampir sama dari jenis ke jenis. Anggur laut (*Caulerpa sp.*) banyak dijumpai di tempat yang terjaga dengan air jernih serta aliran airnya tidak terlalu kuat arusnya dan bagian dasarnya halus karena terdapat sedimentasi (Apriliyanti et al., 2021). Secara umum, morfologi dari Anggur Laut (*Caulerpa sp.*) ditunjukkan pada Gambar 2.1



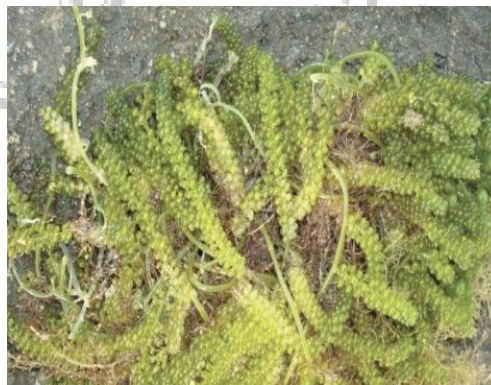
Gambar 2.1. Morfologi Thallus *Caulerpa sp.* (Carpenter & Niem, 1998)

2.2.2 Jenis-Jenis Anggur laut (*Caulerpa sp.*)

Beberapa jenis anggur laut (*Caulerpa sp.*) yang umumnya ditemukan di perairan Indonesia, antara lain:

1. *Caulerpa lentillifera*

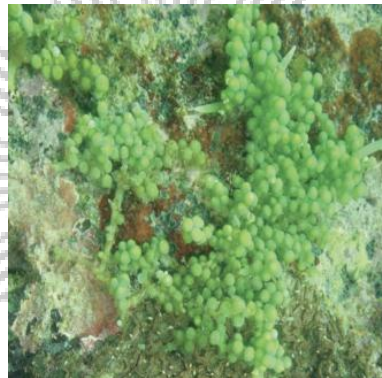
Anggur laut (*Caulerpa sp.*) jenis ini banyak ditemukan melekat pada pasir dan tumbuh pada batu karang. *Caulerpa lentillifera* memiliki thallus yang membentuk akar, stolon dan ramuli seperti bulatan-bulatan kecil menyerupai anggur yang menutup setiap percabangan (Labetubun & Matdoan, 2015). Tekstur *Caulerpa lentillifera* yang kenyal, berair, dan renyah membuat anggur laut (*Caulerpa sp.*) ini dapat dimakan dan rasanya asin seperti air laut. Anggur laut (*Caulerpa sp.*) jenis ini biasa dikonsumsi sebagai lalapan oleh masyarakat di daerah tropis (Arfini et al., 2022). Bentuk dari *Caulerpa lentillifera* dapat dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 *Caulerpa lentillifera* (Ganesan et al., 2023)

2. *Caulerpa racemosa*

Anggur laut (*Caulerpa sp.*) jenis ini memiliki thallus dengan cabang bulat yang merambat serta cabang lurus seperti anggur, tetapi susunan rantingnya berbeda. *Caulerpa racemosa* banyak dijumpai pada daerah pantai yang mempunyai rata-rata terumbu karang yang tumbuh pada substrat yang mati, pecahan karang mati, pasir lumpur dan lumpur (Hasbullah et al., 2014). Umumnya berwarna hijau hingga hijau terang. Varietas alga jenis *Caulerpa racemosa* mengandung *caulerpenin* yang menunjukkan bioaktivitas terhadap sel line manusia dan memiliki sifat antikanker, antitumor, dan antiproliferasi (Cahyanurani & Ummah, 2020). *Caulerpa racemosa* dapat dimanfaatkan sebagai sumber zat bioaktif atau kandungan kimia untuk terapi dan pencegahan kanker payudara (Sanger et al., 2023). Bentuk dari *Caulerpa racemosa* dapat dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2.3 *Caulerpa racemosa* (Ganesan et al., 2023)

3. *Caulerpa sertuloroides*

Caulerpa sertuloroides memiliki thallus yang merambat pada substrat disebut stolon. Thallus yang berfungsi sebagai akar, panjang dan menancap pada substrat. Ramuli pada *Caulerpa sertuloroides* berbentuk seperti pelapah kelapa yakni menyirip di kedua sisi, tetapi tidak teratur yang dapat mencapai 12 cm. Berwarna hijau muda ataupun hijau tua serta bagian ujung berwarna kuning. Anggur laut (*Caulerpa sp.*) jenis ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan obat-obatan karena mengandung beberapa komponen bioaktif yakni seperti senyawa metabolit sekunder yang meliputi golongan alkaloid, flavonoid,

fenolik/tannin, terpenoid dan steroid (Fitriani et al., 2022). Bentuk dari *Caulerpa sertuloroides* dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 *Caulerpa sertuloroides* (Ganesan et al., 2023)

4. *Caulerpa serrulata*

Thallus *Caulerpa serrulata* memiliki stolon silindris yang panjang serta memiliki ramuli yang pipih dengan tepi yang bergerigi. Ramuli-ramuli tersebut ada yang membentuk percabangan dan ada pula yang hanya berdiri sendiri tidak bercabang. Memiliki warna hijau tua dengan bagian atas berwarna hijau kekuningan. *Caulerpa serrulata* merupakan salah satu jenis rumput laut dari kelas *Chlorophyceae* yang biasanya dikonsumsi manusia sebagai sayuran atau lalapan. Tumbuhan ini mempunyai komposisi kimia yang berbeda dengan tumbuhan darat (Pramesti, 2013). Bentuk dari *Caulerpa serrulata* dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 *Caulerpa serrulata* (Ganesan et al., 2023)

5. *Caulerpa taxifolia*

Caulerpa taxifolia memiliki warna hijau kekuning-kuningan berbentuk seperti bulu ayam (menyirip pada kedua sisi) dengan percabangan tegak. Ramuli berbentuk agak melengkung seperti bulan sabit. Thallus yang merambat pada substrat dan menancap dengan akar disebut stolon. *Caulerpa taxifolia* dikenal sebagai “killer algae” karena mengandung *caulerpenyne* yang merupakan endotoksin untuk pertahanan diri dari epifit dan herbivora (Utami et al., 2021). Bentuk dari *Caulerpa taxifolia* dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 *Caulerpa taxifolia* (Ganesan et al., 2023)

2.3 Parameter Kualitas Air

Kualitas air termasuk dalam karakteristik mutu yang dibutuhkan untuk pemanfaatan tertentu dari sumber-sumber air. Kualitas air merupakan penggambaran suatu kondisi fisika, kimia, dan biologi dari suatu perairan. Pengukuran kualitas air dilakukan menggunakan berbagai metode dan instrument. Setiap karakter air juga mempengaruhi kelangsungan hidup, reproduksi, pertumbuhan, dan produksi spesies perairan (Hertika et al., 2022). Parameter kualitas air pada suatu perairan tergolong menjadi tiga yaitu parameter fisika, parameter kimia dan parameter biologi. Adapun standar baku mutu air laut untuk biota laut yang ditunjukkan pada Tabel 2.1

Tabel 2.1. Standar Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut

No.	Parameter	Satuan	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
1.	Salinitas	‰	30-35
2.	Suhu	°C	15-30
3.	pH	-	7.5-8.5

(Sumber: Peraturan Pemerintah No. 21, 2021)

2.3.1 Parameter Fisika

Salah satu parameter yang harus diukur untuk menentukan kualitas air adalah parameter fisika. Pengukuran parameter fisika digunakan sebagai langkah awal dalam menganalisis kualitas air (Mukarromah et al., 2016).

1. Suhu

Suhu pada perairan merupakan salah satu faktor yang amat penting bagi kehidupan organisme di perairan. Umumnya suhu air sangat berpengaruh terhadap proses kimia, fisika dan biologi yang terdapat dalam suatu perairan. Maka dari itu, perubahan suhu pada suatu perairan mengakibatkan berubahnya segala proses di dalam perairan. Suhu perairan tidak bersifat konstan, akan tetapi karakteristiknya menunjukkan perubahan yang bersifat dinamis (Muarif, 2016). Kenaikan suhu akan meningkatkan laju pertumbuhan sampai batas tertentu, dan setelah itu kenaikan suhu justru menurunkan laju pertumbuhan (Deniro et al., 2017). Suhu laut bervariasi baik secara horizontal maupun vertikal sesuai dengan kedalaman (Pianto et al., 2019). Oleh karena itu, suhu berperan penting bagi kehidupan organisme karena mempengaruhi aktivitas serta perkembangbiakan dari organisme tersebut.

Berdasarkan pada penelitian (Septianingrum et al., 2020), kisaran suhu yang baik untuk pertumbuhan anggur laut (*Caulerpa sp.*) yaitu berkisar 30-31°C. Oleh karena itu, anggur laut (*Caulerpa sp.*) akan tumbuh dengan baik di lokasi yang sesuai dengan suhu laut.

2. Salinitas

Salinitas didefinisikan sebagai konsentrasi dari total ion yang terdapat di perairan atau untuk lebih mudah dipahami, maka salinitas yaitu jumlah kadar garam yang terdapat pada suatu perairan (Setyani, 2022). Salinitas termasuk salah

satu faktor yang berperan penting dalam keberlangsungan hidup anggur laut (*Caulerpa sp.*).

Umumnya kebanyakan organisme laut memiliki toleransi yang rendah terhadap perubahan salinitas, salah satunya yaitu anggur laut (*Caulerpa sp.*). Salinitas sangat berpengaruh dalam laju pertumbuhan anggur laut (*Caulerpa sp.*) (Yuliyana et al., 2015). Hal tersebut dikarenakan salinitas berkaitan erat dengan tekanan osmotik yang mempengaruhi tubuh organisme akuatik. Kisaran salinitas yang baik untuk pertumbuhan anggur laut (*Caulerpa sp.*) yaitu 15-35 ppm. Apabila salinitasnya lebih tinggi maka anggur laut (*Caulerpa sp.*) akan mengalami kekerdilan serta salinitas yang kurang dari 15 ppm menyebabkan anggur laut (*Caulerpa sp.*) pecah (Redaksi Trubus, 2021).

3. Kecepatan Arus

Arus adalah gerakan mengalir suatu massa air yang disebabkan oleh tiupan angin, perbedaan densitas, atau pergerakan gelombang panjang (Fadila et al., 2021). Pada pergerakannya arus memiliki arah dan kecepatan, sehingga arus membentuk suatu pola pergerakan dalam suatu wilayah perairan (Permadi et al., 2015).

Kecepatan arus yang baik untuk pertumbuhan anggur laut (*Caulerpa sp.*) antara 20-40 cm/detik. Pentingnya kecepatan arus berkaitan erat dengan penyebaran pakan bagi biota yang sifatnya menetap di perairan (Ferawati Eti et al., 2014)

2.3.2 Parameter Kimia

Parameter kimia kualitas air memiliki peran penting yang dapat mempengaruhi kesejahteraan organisme akuatik.

1. Derajat Keasaman (pH)

Keasaman (pH) air adalah indikator yang digunakan untuk menunjukkan tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan. Keasaman (pH) didefinisikan sebagai ukuran yang digunakan untuk menentukan sifat asam dan basa (Ramadani et al., 2021). Perubahan pH air sangat mempengaruhi proses fisika, kimia dan biologi organisme yang hidup di dalamnya, serta derajat keasamannya. Ketika pH berubah, itu mengganggu sistem buffer. Hal ini dapat menyebabkan perubahan

dan ketidakseimbangan kadar CO² yang dapat mengancam biota laut (Rukminasari et al., 2014).

Derajat keasaman (pH) yang baik bagi anggur laut (*Caulerpa sp.*) sekitar 6-8,5. Apabila kisaran pH kurang dari 6 maka akan menekan laju pertumbuhan serta tidak adanya laju reproduksi yang terjadi (Ardiansyah et al., 2020)

2.4 Desa Ibra, Kecamatan Kei Kecil, Kabupaten Maluku Tenggara

2.4.1 Kondisi Geografis

Kecamatan Kei Kecil termasuk salah satu wilayah yang sebagian besar terdiri dari wilayah pesisir pantai. Desa Ibra merupakan salah satu desa di Kecamatan Kei Kecil, Kabupaten Maluku Tenggara. Secara geografis Kabupaten Maluku Tenggara terletak diantara 5° 12'19,427" - 6° 6'18,275" LS dan 132° 21'39,082" - 133° 15'31,443" BT. Letak Desa Ibra, sebelah utara berbatasan dengan Desa Sethean, sebelah selatan berbatasan dengan Desa Ngabub, sebelah timur berbatasan dengan Desa Disuk dan Desa Iso, sedangkan untuk sebelah barat berbatasan dengan Bandara Karel Sadsuitubun Langgur.

Desa Ibra, termasuk ke dalam wilayah pesisir yang strategis dengan kekayaan potensi alam yang banyak. Wilayah pesisir diartikan sebagai suatu wilayah peralihan antara daratan dan lautan yang batasnya didefinisikan baik dalam konteks struktur administrasi pemerintah maupun secara ekologis (Wahyuni & Risa, 2019)

2.4.2 Kondisi Pantai Ibra

Kawasan pesisir Pantai Ibra termasuk dalam kawasan pantai berbatu hingga pantai berbakau. Pantai berbatu umumnya memiliki dinding pantai yang terjal serta langsung berhubungan dengan laut, sedangkan pantai berbakau merupakan pantai dengan ekosistem hutang mangrove (Hidayati, 2017) Fungsi mangrove sebagai perlindungan pantai secara alami guna mengurangi resiko terhadap bahaya abrasi (Majid et al., 2016). Pantai Ibra termasuk dalam ekosistem pantai yang sangat dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Pesisir pantai ini merupakan daerah strategis yang mendukung keanekaragaman hayati. Pesisir pantai Kei Kecil memiliki keanekaragaman biota laut baik flora maupun fauna dengan komposisi jenis dan distribusi yang berbeda. Hal tersebut dikarenakan

masyarakat setempat menjaga dan menghargai alam sebagai tempat mereka menggantungkan hidup (Silaban & Kadmaer, 2020).

2.4.3 Pengaruh Hasil Anggur Laut terhadap Kehidupan Masyarakat Ibra

Desa Ibra memiliki jumlah penduduk sebanyak ± 500 jiwa dengan beragam mata pencaharian. Masyarakat yang secara umum mendiami wilayah pesisir sebagian besar bermata pencaharian di sektor pemanfaatan sumberdaya kelautan (Negara et al., 2020). Desa Ibra termasuk ke dalam desa yang memiliki keanekaragaman ekosistem laut yang beragam, yakni dari mangrove, lamun hingga berbagai jenis terumbu karang. Kondisi ekosistem yang baik seperti inilah yang membuat biota laut di pesisir Desa Ibra juga beragam. Dimulai dari jenis-jenis ikan yang ditemukan dan sebagian besar sebagai hasil tangkap hingga beberapa makroalga yang juga ditemukan di pesisir Desa Ibra seperti anggur laut (*Caulerpa sp.*).

Anggur laut (*Caulerpa sp.*) bagi masyarakat Desa Ibra sering dikonsumsi sebagai lalapan, ada juga yang diambil dan diperjual belikan guna memenuhi kebutuhan ekonomi masyarakat. Namun begitu, komoditas ini tidak selalu menjanjikan, walaupun menghasilkan pendapatan yang cukup banyak, akan tetapi penghasilan tersebut kerap kali mengalami penurunan tergantung kondisi alam yang mempengaruhi komoditas anggur laut (*Caulerpa sp.*). Hal tersebut menunjukkan bahwa hubungan antar keanekaragaman hayati dan kesejahteraan manusia perlu adanya pengelolaan yang optimal terhadap keanekaragaman hayati secara berkelanjutan.

2.5 Pemanfaatan Sumber Belajar Biologi

Sumber belajar biologi dalam pembelajaran biologi dapat diperoleh di sekolah ataupun luar sekolah. Sumber belajar biologi mencakup berbagai sumber diantaranya seperti orang, pesan, bahan, alat, teknik, dan latar yang digunakan oleh pendidik maupun peserta didik untuk mendukung kegiatan pembelajaran serta meningkatkan kualitas belajar (Supriadi, 2015). Sumber belajar akan meningkatkan produktivitas pembelajaran baik pendidik dan peserta didik, motivasi dan ketertarikan belajar, ketuntasan belajar yang maksimal karena fokus pada belajar secara individual, pengelolaan pembelajaran secara sistematis, dan

pemanfaatan serta pendayagunaan multimedia dalam pembelajaran (Samsinar, 2019).

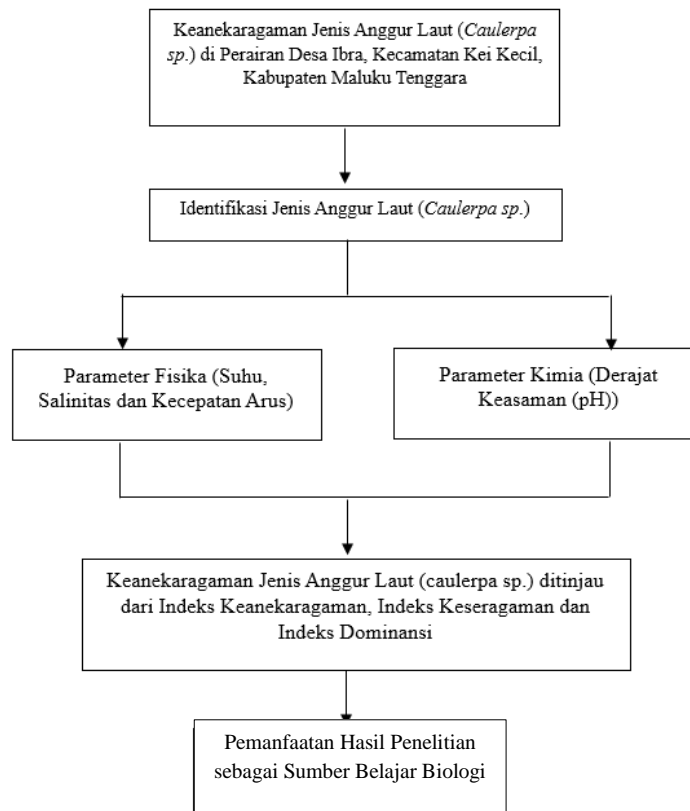
Penelitian ini nantinya akan dimanfaatkan sebagai sumber belajar biologi karena mencakup konsep dasar dari ekologi yakni hubungan antara keanekaragaman anggur laut dengan parameter kualitas air yang mempengaruhinya serta variasi spesies anggur laut di ekosistem perairan. Untuk pemanfaatan sumber belajar biologi dari penelitian ini berupa booklet. Booklet merupakan lembaran kertas yang berisi rangkuman materi dan contoh soal. Booklet termasuk media yang bertujuan sebagai pendamping kegiatan pembelajaran dan diharapkan dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran peserta didik di kelas (Intika, 2018). Booklet termasuk dalam media pembelajaran yang penyajian materinya jauh lebih singkat sehingga memudahkan peserta didik dalam menyimpan dan membawanya (Wardani et al., 2022). Ciri-ciri suatu booklet yakni berupa buku berukuran kecil dan tipis, konsistensi dalam desain isi yang sesuai dengan tema materi, penggunaan bahasa yang jelas, rinci dan mudah dipahami, berisi gambar atau foto serta pemilihan warna yang sesuai untuk menyampaikan pesan kepada pembaca (Rahmatih et al., 2017).

Keunggulan dari booklet diantaranya yaitu mudah dibawa kemanapun karena berukuran kecil, dilengkapi penjelasan yang ringkas dan sistematis, serta adanya gambar sebagai ilustrasi yang mempermudah pemahaman peserta didik terhadap suatu konsep maupun fakta. Penerapan dari media booklet bertujuan untuk menarik minat belajar peserta didik agar dapat terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran sehingga tujuan pembelajaran dapat tercapai (Ananda et al., 2022). Presentase kelayakan media booklet berdasarkan ahli materi, ahli media serta angket respon peserta didik memiliki hasil sangat valid yang sehingga media pembelajaran booklet layak digunakan dalam pembelajaran disekolah (Ananda et al., 2022). Booklet yang dikembangkan memiliki kategori sangat baik tanpa perbaikan sehingga dapat dijadikan media pembelajaran. Hal tersebut menunjukkan bahwa penggunaan booklet dalam pembelajaran mudah untuk dipahami (Wardani et al., 2022).

Pemanfaatan booklet sebagai sumber belajar biologi bersumber dari kumpulan hasil gambar anggur laut (*Caulerpa sp.*) yang diperoleh dari perairan Desa Ibra, yang berhasil diidentifikasi untuk mengetahui jenis-jenis keanekaragamannya. Penggunaan gambar anggur laut (*Caulerpa sp.*) dengan menonjolkan bagian-bagian spesifiknya akan mempermudah pemahaman peserta didik. Peserta didik dapat mempelajari anggur laut (*Caulerpa sp.*) dengan spesimen secara fisik, namun hal ini terbatas pada anggur laut (*Caulerpa sp.*) yang dapat ditemukan dengan mudah. Kumpulan spesimen gambar yang dimaksud yakni memasukkan gambar dengan digital dengan resolusi tinggi dari ciri-ciri penting organisme, dalam hal ini anggur laut (*Caulerpa sp.*) secara taksonomi.

2.6 Kerangka Konseptual

Kerangka konseptual pada penelitian ini dijelaskan pada Gambar 2.7



Gambar 2.7 Kerangka Konseptual