

BAB 2

TINJAUAN TEORETIS

2.1 Kajian Pustaka

2.1.1 Hasil Belajar

2.1.1.1 Pengertian Hasil Belajar

Hasil belajar merupakan kemampuan yang diperoleh siswa setelah menjalani proses pembelajaran, yang tercermin dalam perubahan perilaku ke arah yang lebih positif. Perubahan ini dapat dijadikan sebagai tolok ukur oleh guru dalam menilai pencapaian tujuan pendidikan. Menurut Zainuri *et al.* (2021) menjelaskan bahwa hasil belajar siswa adalah pencapaian yang diperoleh siswa selama kegiatan pembelajaran, yang berfungsi sebagai alat ukur untuk mengetahui tingkat keberhasilan siswa dalam proses belajar selama periode tertentu. Sejalan dengan hal tersebut, hasil belajar memiliki peran penting dalam pembelajaran karena memberikan informasi kepada guru mengenai sejauh mana peningkatan pemahaman siswa terhadap materi yang dipelajari (Nabillah & Abadi, 2019).

Melalui pengalaman, seseorang dapat meningkatkan pengetahuan, sikap, dan perilakunya, sehingga berkembang menjadi individu yang lebih baik. Menurut Wilson (2016) menyatakan bahwa hasil belajar secara umum terbagi ke dalam tiga ranah, yaitu:

- a. Kognitif, berhubungan dengan pemahaman konsep dan prinsip yang telah dipelajari, mencakup kemampuan berpikir, penguasaan pengetahuan, konseptualisasi, pemahaman, dan penalaran.
- b. Afektif, terkait dengan sikap, nilai, emosi, perasaan, serta tingkat penerimaan atau penolakan selama proses pembelajaran.
- c. Psikomotorik, melibatkan kemampuan melakukan gerakan fisik menggunakan anggota tubuh, termasuk keterampilan dasar, persepsi, ketepatan, serta kemampuan ekspresif dan interpretatif dalam aktivitas motorik.

Seperti yang telah dijelaskan, hasil belajar terbagi menjadi tiga kategori, salah satunya adalah hasil belajar kognitif. Hasil belajar kognitif masih menjadi fokus perhatian publik karena mencakup perilaku yang menekankan aspek intelektual, seperti pengetahuan dan kemampuan berpikir (Ramadhan *et al.*, 2017).

Taksonomi Bloom yang awalnya dikembangkan oleh Benjamin S. Bloom, mengalami revisi signifikan pada tahun 2001 oleh Lorin Anderson dan David R. Krathwohl (Widodo, 2005) di mana taksonomi baru dalam ranah kognitif dibagi menjadi dua, yaitu dimensi pengetahuan (*knowledge*) dan dimensi proses kognitif (*cognitive processes*). Dimensi pengetahuan (*knowledge*) mencakup:

- a. Pengetahuan Faktual (K1), mencakup elemen-elemen dasar yang perlu dipahami siswa untuk mengenal suatu bidang atau menyelesaikan masalah. Pengetahuan ini terdiri dari dua subkategori, yaitu pengetahuan mengenai terminologi serta pengetahuan tentang rincian dan unsur-unsur spesifik.
- b. Pengetahuan Konseptual (K2), mencakup hubungan antar elemen dasar dalam sebuah struktur yang lebih luas, sehingga elemen-elemen tersebut dapat bekerja secara terpadu. Pengetahuan ini terbagi ke dalam tiga subkategori, yaitu pengetahuan mengenai klasifikasi dan kategori, pengetahuan tentang prinsip dan generalisasi, serta pengetahuan mengenai teori, model, dan struktur.
- c. Pengetahuan Prosedural (K3), mencakup cara melaksanakan suatu tugas, termasuk metode penyelidikan, algoritma, teknik, dan prosedur. Pengetahuan ini terbagi ke dalam tiga subkategori, yaitu pengetahuan mengenai keterampilan dan algoritma dalam bidang tertentu, pengetahuan tentang teknik dan metode yang digunakan dalam bidang tersebut, serta pengetahuan mengenai kriteria untuk menentukan penerapan suatu prosedur.
- d. Pengetahuan Metakognitif (K4), merujuk pada pemahaman tentang kognisi secara umum dan kesadaran terhadap pengetahuan yang dimiliki. Pengetahuan ini mencakup tiga subkategori, yaitu pengetahuan strategis yang berhubungan dengan strategi belajar, berpikir, dan pemecahan masalah. Selain itu, terdapat pengetahuan mengenai tugas-tugas kognitif yang melibatkan aspek kontekstual dan kondisional, serta pengetahuan tentang diri sendiri.

Selanjutnya, dimensi proses kognitif (*cognitive processes*) meliputi berbagai aspek yang berkaitan dengan pemahaman, analisis, dan penerapan pengetahuan dalam berbagai konteks, di antaranya sebagai berikut:

- a. Mengingat (*Remember*) adalah upaya untuk memunculkan kembali informasi dari memori, baik yang baru diperoleh maupun yang sudah tersimpan lama. Kata kerja yang sering dikaitkan dengan proses ini mencakup menghafal dan mengenang.
- b. Memahami (*Understand*) merujuk pada kemampuan membentuk pemahaman dari berbagai sumber, seperti teks, komunikasi, dan pesan. Kata kerja yang mencerminkan proses ini meliputi menafsirkan, memberikan contoh, mengelompokkan, merangkum, menyimpulkan, membandingkan, dan menerangkan.
- c. Mengaplikasikan (*Applying*) berarti menggunakan atau menerapkan prosedur untuk menjalankan percobaan atau menyelesaikan masalah. Kata kerja yang berkaitan dengan proses ini termasuk melaksanakan dan mengimplementasikan.
- d. Menganalisis (*Analyzing*) adalah proses memecah suatu masalah atau objek ke dalam bagian-bagian kecil dan mengidentifikasi hubungan antar bagian tersebut. Proses kognitif dalam kategori ini mencakup mengidentifikasi perbedaan (*differentiating*), menyusun atau mengatur (*organizing*), dan mengungkapkan makna tersembunyi (*attributing*).
- e. Mengevaluasi (*Evaluating*) dalam proses kognitif merujuk pada aktivitas menilai sesuatu dengan mengacu pada kriteria dan standar yang telah ditetapkan. Bentuk evaluasi dapat berupa kritik, saran, atau laporan. Kata kerja yang berkaitan dengan proses ini meliputi meninjau dan mengkritik.
- f. Menciptakan (*Creating*) adalah proses menggabungkan berbagai elemen untuk membentuk suatu kesatuan yang utuh. Proses kognitif dalam kategori ini mencakup menghasilkan (*generating*), merancang (*planning*), dan menciptakan (*producing*).

Berdasarkan beberapa pendapat tersebut, dapat disimpulkan bahwa hasil belajar kognitif terkait dengan kemampuan berpikir seseorang. Pembelajaran dianggap berhasil ketika siswa mampu mencapai tingkatan ranah kognitif mulai dari mengingat hingga mencipta. Penelitian ini akan mengamati pengukuran hasil belajar pada ranah kognitif yang dibatasi pada dimensi pengetahuan faktual (K1),

konseptual (K2), dan prosedural (K3), serta dibatasi pada proses kognitif mengingat (C1), memahami (C2), mengaplikasi (C3), menganalisis (C4), dan mengevaluasi (C5) yang akan diukur melalui tes.

2.1.1.2 Urgensi Hasil Belajar

Hasil belajar merupakan indikator yang sangat penting untuk menilai keberhasilan baik bagi guru maupun siswa. Menurut Sudijono (dalam Abdullah, 2015) hasil belajar mencerminkan kemajuan atau perkembangan siswa, mulai dari awal mereka mengikuti program pendidikan hingga saat mereka menyelesaikan program tersebut. Bagi guru, hasil belajar siswa mencerminkan keberhasilan dalam proses pembelajaran. Seorang guru dianggap berhasil jika sebagian besar siswa dapat mencapai tujuan instruksional. Sementara itu, bagi siswa, hasil belajar berfungsi sebagai alat untuk mengukur tingkat kemampuan dan pencapaian hasil belajar.

Hasil belajar sangat penting karena dapat digunakan sebagai acuan untuk mengidentifikasi perubahan dalam diri, sikap, dan keterampilan siswa. Penilaian hasil belajar salah satu kompetensi yang harus dikuasai oleh guru dalam proses pembelajaran (Abdullah, 2015). Kemampuan guru dalam menilai hasil belajar siswa mencerminkan kemampuannya untuk mengukur perubahan perilaku siswa selama proses pembelajaran, serta menilai keahliannya dalam perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi pembelajaran.

Evaluasi pembelajaran bertujuan untuk mengumpulkan data guna menilai kualitas pembelajaran dan pencapaian tujuan pendidikan (Wardarita *et al.*, 2024). Melalui evaluasi, siswa dan guru mendapat ruang yang lebih luas untuk mengembangkan pemikiran kreatif, menciptakan inovasi, dan mengekspresikan kreativitas mereka. Dengan melakukan evaluasi, para pendidik dapat mengukur dan memahami tingkat keberhasilan yang dicapai oleh siswa dalam proses pembelajaran mereka.

2.1.1.3 Faktor-Faktor yang Memengaruhi Hasil Belajar

Hasil belajar siswa dapat digunakan untuk menentukan sejauh mana tujuan pembelajaran telah dicapai. Hasil siswa yang berbeda-beda akan muncul selama proses pembelajaran. Ada dua faktor utama yang mempengaruhi hasil belajar siswa:

faktor internal siswa dan faktor eksternal siswa, juga dikenal sebagai faktor lingkungan. Sejalan dengan pernyataan menurut Astiti *et al.* (2021), ada dua komponen yang mempengaruhi hasil belajar kognitif. Yang pertama adalah faktor internal, yang mencakup elemen yang berasal dari dalam diri siswa, seperti kecerdasan, elemen afektif, seperti perasaan dan tingkat percaya diri, kebiasaan belajar, kemampuan mengingat, bakat, minat, dan motivasi. Yang kedua adalah faktor eksternal, yang mencakup elemen yang berasal dari luar siswa, seperti keluarga, masyarakat, dan lingkungan sekolah mereka.

Dari uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa hasil belajar dipengaruhi oleh faktor internal yang berasal dari dalam diri siswa, serta faktor eksternal yang berasal dari lingkungan. Kedua faktor ini memiliki hubungan timbal balik dan saling memengaruhi. Ketika faktor internal dan eksternal saling mendukung, hasil belajar yang optimal dapat dicapai.

2.1.1.4 Pengukuran Hasil Belajar

Pengukuran adalah aktivitas yang bertujuan untuk menetapkan suatu kuantitas. Karena pengukuran bersifat kuantitatif dan berbentuk angka, maka hasil pengukuran dapat digunakan sebagai alat dalam melakukan penilaian (Yektiana & Nursikin, 2023). Seorang pendidik perlu menggunakan alat ukur, baik tes maupun non-tes, saat melakukan pengukuran. Pengukuran atau penilaian adalah satu dari sekian banyaknya komponen dasar dari sistem pendidikan yang wajib dilaksanakan dengan tersusun dan teratur sebagai komponen untuk menguji kesuksesan atau target yang akan dicapai dalam proses belajar. Pengukuran hasil belajar dilakukan dengan tujuan untuk melihat seberapa jauh pemahaman peserta didik terhadap apa yang telah diajarkan oleh pendidik (Prastiwi *et al.*, 2023). Salah satu penilaian dan pengukuran hasil belajar yang dapat digunakan yakni penilaian kognitif (Amrulloh, 2015).

Penilaian kognitif adalah salah satu jenis penilaian yang berkaitan dengan tingkat perkembangan siswa (Riandeni *et al.*, 2022). Menurut Rosyidi (2020) dalam penilaian kognitif, memberikan umpan balik kepada siswa sangat penting, sehingga hasil penilaian dapat digunakan untuk mengefektifkan kualitas pembelajaran. Instrumen yang dapat digunakan dalam penilaian kognitif, di antaranya yaitu tes

uraian dan tes objektif. Tes uraian biasa dikenal sebagai tes subjektif atau tes esai. Sedangkan tes objektif yang juga dikenal sebagai *short answer test*, terdiri dari serangkaian soal yang dapat dijawab dengan memilih alternatif jawaban yang dianggap benar atau dengan mengisi jawaban menggunakan beberapa kata atau simbol (Prastiwi *et al.*, 2023). Tes objektif sering disebut sebagai tes dikotomi karena jawabannya hanya terdiri dari dua pilihan, yaitu benar atau salah, sehingga hasilnya sudah jelas dan pasti. Selain itu skor dari tes ini adalah antara 1 atau 0 (Putri *et al.*, 2022).

Pada penelitian ini, pengukuran hasil belajar dilakukan dengan cara tes menggunakan instrumen soal berupa soal pilihan majemuk sebanyak 31 soal. Setiap soal memiliki lima opsi jawaban (a, b, c, d, e). Menurut Wilson (2016) dalam mengukur hasil belajar kognitif terdiri dari dua dimensi. Dimensi pertama adalah pengetahuan kognitif, yang mencakup empat jenis pengetahuan: pengetahuan faktual (K1), pengetahuan konseptual (K2), pengetahuan prosedural (K3), dan pengetahuan metakognitif (K4). Dimensi kedua adalah proses kognitif, yang terbagi menjadi beberapa indikator, yaitu: proses kognitif mengingat (C1), memahami (C2), mengaplikasikan (C3), menganalisis (C4), mengevaluasi (C5), dan menciptakan (C6). Namun, pada penelitian ini penulis membatasi pengukuran tes dengan hanya tiga pengetahuan yang diuji yaitu K1, K2, dan K3. Pada proses kognitif, pengukuran dilakukan dengan C1 sampai C5.

2.1.2 Keterampilan Berpikir Kritis

2.1.2.1 Pengertian Berpikir Kritis

Berpikir kritis adalah proses terstruktur yang memungkinkan siswa untuk merumuskan dan menilai keyakinan serta pendapat mereka secara mandiri. Menurut Ennis (1985) keterampilan berpikir kritis adalah proses berpikir secara reflektif dan rasional yang berpusat pada penentuan terhadap apa yang diyakini atau tindakan yang diambil.

Keterampilan berpikir kritis adalah bagian dari keterampilan berpikir tingkat tinggi yang perlu diajarkan kepada siswa, selain keterampilan berpikir kreatif (Fardani & Surya, 2017). Dalam konteks pembelajaran di era revolusi industri 4.0, keterampilan ini menjadi sangat penting karena membantu siswa dalam

memecahkan berbagai masalah kehidupan. Menurut Endang *et al.* (2021) menyatakan bahwa keterampilan berpikir kritis adalah kemampuan menganalisis masalah dengan menggunakan data yang relevan untuk menemukan solusi. Siswa yang memiliki keterampilan ini akan lebih mampu mengembangkan kemampuan kognitif tingkat tinggi, sehingga memudahkan mereka dalam memahami dan menganalisis konsep-konsep abstrak, termasuk dalam bidang Biologi, agar lebih kontekstual. Utami (2017) juga menegaskan bahwa keterampilan berpikir kritis harus diajarkan melalui berbagai disiplin ilmu agar siswa siap menghadapi tantangan dalam kehidupan sehari-hari.

Keterampilan berpikir kritis adalah kemampuan yang memungkinkan seseorang memecahkan masalah dengan menganalisis argumen dan isu berdasarkan keakuratan serta kredibilitas sumber informasi. Keterampilan ini berperan penting dalam membantu individu menyelesaikan masalah secara logis dan sistematis (Himmatussolihah *et al.*, 2020).

Berdasarkan berbagai pendapat tersebut, dapat disimpulkan bahwa berpikir kritis merupakan keterampilan berpikir tingkat tinggi yang melibatkan proses analisis secara reflektif, rasional dan sistematis dalam menilai informasi, argumen, dan masalah berdasarkan data yang akurat dan kredibel untuk merumuskan solusi. Keterampilan ini sangat penting diajarkan lintas disiplin ilmu karena membantu siswa mengembangkan kemampuan kognitif tingkat tinggi, memahami konsep abstrak secara lebih kontekstual, serta mempersiapkan mereka menghadapi berbagai tantangan dalam kehidupan di era revolusi industri 4.0.

2.1.2.2 Urgensi Berpikir Kritis

Berpikir kritis memiliki dampak positif di berbagai aspek kehidupan, dan pengembangan kemampuan ini dapat berkontribusi pada kesuksesan dalam bidang akademis maupun karier. Ketika seseorang berpikir kritis, mereka akan mempertimbangkan berbagai sudut pandang dari suatu argumen, termasuk mengidentifikasi kekuatan dan kelemahannya (Zakiah & Lestari, 2019). Menurut Schaefersman, individu yang memiliki keterampilan berpikir kritis mampu mengidentifikasi masalah, mengajukan pertanyaan untuk mencari solusi,

menyampaikan argumen, dan menemukan informasi tambahan yang diperlukan untuk menyelesaikan permasalahan (Supriyati *et al.*, 2018).

Menurut Suhardjono & Haribowo (2022) keterampilan berpikir kritis dianggap sebagai salah satu *softskill* yang esensial karena dipercaya mampu:

1. Memperkuat kemampuan berpikir rasional. Dengan keterampilan ini, seseorang dapat lebih baik membedakan masalah dan persoalan, lebih menghargai perspektif orang lain, serta mengambil keputusan bijaksana berdasarkan analisis komprehensif dari berbagai sudut pandang.
2. Mempertajam kemampuan presentasi. Karena berpikir kritis bersifat sistematis, hal ini meningkatkan pemahaman terhadap struktur logika tes, kemampuan menemukan gagasan, keterampilan verbal, dan kemampuan menyusun ide-ide sesuai dengan kajian.
3. Mendorong kreativitas. Keterampilan ini memungkinkan evaluasi permasalahan secara mendalam dan penawaran solusi kreatif yang relevan. Tidak hanya sekadar menciptakan ide, tetapi juga mengevaluasi gagasan baru, memilih solusi optimal, dan memodifikasi ide yang ada.
4. Mendukung pengembangan diri. Sebagai keterampilan refleksi dan evaluasi diri, berpikir kritis dapat memperkaya kehidupan melalui upaya sadar menerapkan hasil refleksi dalam aktivitas sehari-hari.

2.1.2.3 Indikator Keterampilan Berpikir Kritis

Dalam menilai kemampuan berpikir kritis seseorang, dapat dilihat melalui indikator-indikator yang dilalui, yang memungkinkan kita untuk memahami sejauh mana proses berpikirnya. Dalam penelitian ini, indikator yang digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir kritis adalah yang dikembangkan oleh Ennis (1985). Indikator tersebut dibagi menjadi lima sub-indikator, yaitu: memberikan penjelasan yang sederhana, mengembangkan keterampilan dasar, menarik kesimpulan, memberikan penjelasan tambahan, serta merancang strategi dan teknik.

Dari indikator kemampuan berpikir kritis yang telah disebutkan, dapat dijelaskan lebih lanjut ke dalam subindikator beserta penjelasannya, yang tercantum dalam tabel 2.1 di bawah ini:

Tabel 2.1 Indikator Keterampilan Berpikir Kritis

Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Kata-kata Operasional	Teori
Memberikan penjelasan sederhana (<i>Elementary Clarification</i>)	Menganalisis pertanyaan, bertanya dan menjawab pertanyaan klarifikasi dan pertanyaan menantang	Ennis (1985)
Membangun keterampilan dasar (<i>Basic Support</i>)	Mempertimbangkan kredibilitas suatu sumber, mengobservasi, dan mempertimbangkan hasil observasi	
Menyimpulkan (<i>Inference</i>)	Membuat deduksi dan mempertimbangkan hasil deduksi, membuat induksi dan mempertimbangkan hasil induksi, serta membuat keputusan	
Memberikan penjelasan lebih lanjut (<i>Advance Clarification</i>)	Mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan definisi, mengidentifikasi asumsi	
Mengatur strategi dan taktik (<i>Strategy and Tactics</i>)	Memutuskan suatu tindakan, berinteraksi dengan orang lain	

Sumber: Ennis (Fairuz, 2021)

Berdasarkan Tabel 2.1, indikator berpikir kritis menurut Ennis (1985) memberikan kerangka komprehensif untuk mengevaluasi kemampuan kognitif tingkat tinggi melalui lima dimensi utama: penjelasan sederhana, keterampilan dasar, penarikan kesimpulan, penjelasan lanjutan, dan pengaturan strategi. Kerangka ini memungkinkan penilaian sistematis terhadap kemampuan seseorang dalam memproses informasi, menganalisis argumen, mempertimbangkan bukti, menarik kesimpulan logis, dan mengambil tindakan berdasarkan penalaran yang kuat.

2.1.2.4 Pemberdayaan Keterampilan Berpikir Kritis

Keterampilan berpikir kritis adalah kemampuan esensial yang memungkinkan seseorang untuk menganalisis argumen, membuat kesimpulan logis, mengevaluasi informasi, dan memecahkan masalah secara efektif (Rehani & Mustofa, 2023). Sejalan dengan hal tersebut Bialangi (2019) mengatakan bahwa keterampilan ini memungkinkan siswa untuk menganalisis informasi dari berbagai perspektif sebelum mempercayainya, membuat keputusan yang tepat berdasarkan penalaran yang jelas, serta mengevaluasi argumen. Pendidikan modern menekankan pentingnya keterampilan berpikir kritis agar siswa dapat beradaptasi dengan perubahan yang terjadi dan mengembangkan kemampuan analisis yang mendalam. Pemberdayaan keterampilan berpikir kritis dapat dilakukan dengan mengasah penguasaan tingkat berpikir siswa melalui metode yang melibatkan mereka secara aktif dalam penyelidikan dan penerapan pengetahuan dalam berbagai kondisi (Antari, 2023). Salah satu pendekatan yang dianggap efektif untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis adalah melalui model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL).

Model pembelajaran *project based learning* mendorong siswa untuk terlibat secara aktif dalam pembelajaran dan pemecahan masalah dengan bekerja dalam kelompok untuk menciptakan produk yang bernilai (Nurhamudin *et al.*, 2024). Menurut Rehani & Mustofa (2023) *project based learning* dianggap sangat cocok untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa karena siswa menjadi pusat pembelajaran. *Project based learning* dapat menjadi salah satu strategi pedagogis yang sangat efektif untuk membangun kemampuan berpikir kritis siswa karena menawarkan pembelajaran aktif yang mengembangkan keterampilan analisis dan pemecahan masalah secara mendalam, sekaligus menciptakan lingkungan belajar yang dinamis dan menarik yang mendorong partisipasi siswa secara optimal.

Implementasi model *project based learning* sebagai strategi efektif dalam memberdayakan kemampuan berpikir kritis siswa telah diteliti secara luas (Nurhamudin *et al.*, 2024). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penerapan model *project based learning* dapat membantu mengembangkan kemampuan

berpikir kritis siswa. Dalam model PjBL siswa didorong untuk mengemukakan ide-ide, melakukan pengamatan, dan menganalisis situasi. Selain itu, siswa juga lebih aktif dalam pembelajaran, sehingga proses belajar tidak monoton dan membosankan. Melalui tahapan pembelajaran yang bermakna, seperti percobaan, analisis data, diskusi ide, dan penarikan kesimpulan, siswa dapat membangun pengetahuan mereka sendiri melalui kerja sama tim (Salsabila & Widiyono, 2024).

Dari pernyataan di atas dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran *project based learning* menawarkan pendekatan yang efektif untuk memberdayakan keterampilan berpikir kritis siswa. Melalui proyek-proyek yang menantang dan relevan, siswa tidak hanya memperoleh pengetahuan tetapi juga mengembangkan kemampuan untuk berpikir analitis, memecahkan masalah, dan membuat keputusan yang tepat. Penerapan model *project based learning* dapat menciptakan lingkungan belajar yang lebih efektif, kreatif, dan menyenangkan, yang pada gilirannya kualitas pembelajaran secara keseluruhan dapat menjadi lebih efisien.

2.1.2.5 Pengukuran Keterampilan Berpikir Kritis

Ratnawulan (dalam Prastiwi *et al.*, 2023) berpendapat bahwa pengukuran adalah aktivitas atau proses yang dilakukan dalam pembelajaran, yang memerlukan penentuan fakta yang sesuai dengan klasifikasi atau kriteria tertentu yang relevan dengan objek yang ditentukan. Pelaksanaan pendidikan dalam menerapkan penilaian kemampuan berpikir kritis secara umum masih tergolong sangat rendah, yaitu sekitar 45% (Lane & Oswald, 2016). Menurut Anisa (dalam Mukti & Istiyono, 2018) menjelaskan bahwa penelitian yang dilakukan telah mengestimasi kemampuan berpikir kritis, namun umumnya hanya berfokus pada pencapaian nilai sesuai dengan standar kompetensi dan hasil tes yang dilaksanakan. Selain itu, masih sedikit peneliti yang melakukan analisis mendalam terhadap butir maupun instrumen yang digunakan, dan peneliti juga belum mengeksplorasi kemampuan keseluruhan siswa berdasarkan respons yang diberikan.

Penerapan penilaian kemampuan berpikir kritis sering kali dilakukan melalui tes esai. Ini sejalan dengan konsep berpikir kritis yang diungkapkan oleh Ennis, yang menyatakan bahwa dalam pelaksanaan tes, diperlukan keterlibatan

mental, strategi, dan representasi yang digunakan untuk menyelesaikan masalah, mengambil keputusan, dan memahami konsep-konsep baru. Pada penelitian ini, keterampilan berpikir kritis diukur menggunakan tes berbentuk soal uraian dengan skor minimal 0 dan skor maksimal 4 pada setiap soalnya menyesuaikan kriteria jawaban. Pentingnya mengukur berpikir kritis terletak pada perannya sebagai keterampilan fundamental yang menjadi indikator keberhasilan siswa dalam mencapai standar kompetensi pembelajaran.

2.1.3 Media Pembelajaran

2.1.3.1 Pengertian Media Pembelajaran

Kata "media" berasal dari bahasa Latin *Medius* dan merupakan bentuk jamak dari *medium*, yang secara harfiah berarti perantara atau penghubung (Nurhasana, 2021). Menurut Gagne media merujuk pada segala sesuatu yang dapat digunakan untuk menyampaikan pesan dari pengirim ke penerima, sehingga mampu merangsang pikiran, perasaan, minat, dan perhatian siswa, dengan tujuan mendukung terjadinya proses pembelajaran.

Secara lebih spesifik, media dalam konteks pembelajaran diartikan sebagai alat grafis, fotografis, atau elektronik yang berfungsi untuk menangkap, mengolah, dan menyajikan kembali informasi baik secara visual maupun verbal (Nurhasana, 2021). Menurut Naffi'an *et al.* (2024) penggunaan media yang sesuai tidak hanya mempercepat pencapaian tujuan, tetapi juga mendukung siswa dalam menjalani proses belajar yang lebih konkret, menyenangkan, dan mudah dipahami. Dalam kegiatan belajar mengajar, media menjadi salah satu komponen penting untuk mencapai tujuan pembelajaran yang telah dirancang.

Media pembelajaran adalah segala sesuatu yang dapat digunakan untuk menyampaikan pesan atau informasi dalam proses belajar mengajar, sehingga dapat merangsang pikiran, perasaan, minat, dan perhatian siswa (Daniyati *et al.*, 2023). Pemanfaatan media dalam proses pembelajaran dapat memberikan efek positif dan manfaat yang signifikan dalam memudahkan siswa dalam belajar. Media pembelajaran membantu siswa memperoleh bahan ajar yang sesuai dengan kebutuhan mereka, serta memudahkan guru dalam melaksanakan pembelajaran (Ramadani *et al.*, 2023). Dengan demikian, media pembelajaran berkontribusi

signifikan dalam menciptakan pembelajaran yang efektif, efisien, dan menarik (Nurfadhillah *et al.*, 2021).

2.1.3.2 Fungsi Media Pembelajaran

Pada dasarnya, peranan media dalam kegiatan belajar mengajar adalah sebagai alat yang dapat membantu menentukan efektivitas dan efisiensi pencapaian tujuan pembelajaran. Menurut (Ibda, 2017), terdapat empat fungsi media pembelajaran, yaitu:

- a. Fungsi Atensi: Media visual berperan sebagai elemen utama yang menarik dan mengarahkan perhatian siswa, sehingga mereka dapat berkonsentrasi lebih baik pada materi pembelajaran.
- b. Fungsi Afektif: Media visual dapat diukur pengaruhnya melalui tingkat keterlibatan siswa selama proses pembelajaran, menunjukkan bagaimana media tersebut memengaruhi aspek emosional siswa.
- c. Fungsi Kognitif: Media visual dengan simbolnya membantu memperlancar pencapaian tujuan pembelajaran dengan mempermudah pemahaman siswa terhadap materi yang disampaikan.
- d. Fungsi Kompensatoris: Media visual menyediakan konteks yang membantu siswa memahami teks pembelajaran dan memperkuat ingatan mereka terhadap materi yang telah dipelajari.

Menurut pendapat lain yang dikemukakan oleh Arif (Tafonao, 2018), media pembelajaran memiliki berbagai fungsi, di antaranya:

- a. Mempermudah penyampaian pesan agar tidak hanya bergantung pada bentuk verbal, seperti kata-kata tertulis atau lisan semata.
- b. Mengatasi hambatan yang terkait dengan ruang, waktu, serta keterbatasan indera manusia.
- c. Penerapan media pembelajaran yang tepat dan beragam dapat mengatasi sikap pasif pada siswa.
- d. Dengan karakteristik unik yang dimiliki setiap siswa, ditambah perbedaan lingkungan dan pengalaman yang mereka miliki.

Berdasarkan dua pendapat yang dikemukakan, media pembelajaran memiliki peran penting dalam efektivitas dan efisiensi proses belajar mengajar.

Ibda menjelaskan bahwa media pembelajaran berfungsi sebagai alat yang menarik perhatian siswa (fungsi atensi), memengaruhi aspek emosional (fungsi afektif), mempermudah pemahaman materi (fungsi kognitif), dan memperkuat ingatan melalui konteks visual (fungsi kompensatoris). Sementara itu, Tafonao menambahkan bahwa media pembelajaran juga berfungsi untuk mempermudah penyampaian pesan tanpa bergantung pada bentuk verbal, mengatasi keterbatasan ruang, waktu, dan indera, serta mengatasi sikap pasif siswa dengan mempertimbangkan karakteristik unik dan pengalaman masing-masing siswa. Dengan demikian, media pembelajaran tidak hanya mendukung pencapaian tujuan pembelajaran, tetapi juga menciptakan pengalaman belajar yang lebih inklusif dan bermakna.

2.1.3.3 Jenis Media Pembelajaran

Media pembelajaran merupakan alat bantu yang digunakan dalam proses belajar mengajar untuk menyampaikan materi pembelajaran, merangsang pikiran, perasaan, perhatian, dan kemampuan siswa. Perkembangan teknologi telah memperluas jenis dan karakteristik media pembelajaran yang dapat dimanfaatkan dalam pendidikan. Dengan cara yang sederhana, Azhar (Pagarra *et al.*, 2022) mengklasifikasikan media pembelajaran ke dalam beberapa kategori, yaitu:

- a. Media visual adalah jenis media yang hanya memanfaatkan indera penglihatan, contohnya adalah media cetak seperti buku, jurnal, peta, gambar, dan sejenisnya.
- b. Media audio merupakan jenis media yang hanya mengandalkan pendengaran, seperti tape recorder dan radio.
- c. Media audio visual mencakup film, video, program televisi, dan sejenisnya.
- d. Multimedia adalah media yang menggabungkan berbagai jenis media dan peralatan secara terpadu dalam suatu proses atau kegiatan pembelajaran.

Pengelompokan yang serupa juga disampaikan oleh Asra (Pagarra *et al.*, 2022) yang membagi media pembelajaran menjadi beberapa kategori, yaitu:

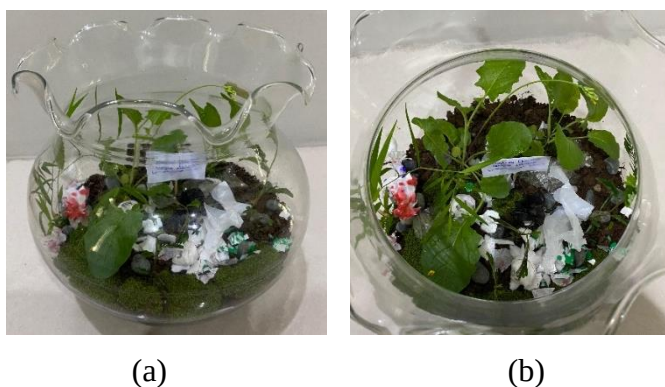
- a. Media visual, yaitu media yang hanya dapat dilihat, seperti foto, gambar, dan poster.

- b. Media audio, yaitu media yang hanya dapat didengar, seperti kaset audio, MP3, dan radio.
- c. Media audio visual, yaitu media yang dapat dilihat dan didengar secara bersamaan, seperti film suara, video, televisi, dan slide suara.
- d. Multimedia, yaitu media yang dapat menyajikan berbagai elemen media secara komprehensif, termasuk suara, animasi, video, grafis, dan film.
- e. Media realita, yaitu semua media nyata yang terdapat di lingkungan alam, seperti tumbuhan, batuan, air, sawah, dan sebagainya.

Berdasarkan kedua pendapat tersebut, media pembelajaran diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori yang mencakup berbagai jenis media untuk mendukung proses belajar mengajar. Azhar membagi media menjadi media visual (seperti buku dan gambar), media audio (seperti tape recorder dan radio), media audio visual (seperti film dan video), serta multimedia yang mengintegrasikan berbagai elemen media. Sementara itu, Asra juga mengidentifikasi kategori serupa, termasuk media visual, audio, dan audio visual, serta menambahkan kategori multimedia dan media realita, yang mencakup objek nyata dari lingkungan. Dengan demikian, kedua peneliti menekankan pentingnya pemilihan media yang tepat untuk mengembangkan efektivitas pembelajaran, dengan mempertimbangkan berbagai jenis media yang dapat merangsang indera siswa secara optimal.

2.1.4 Media *Terrarium*

2.1.4.1 Pengertian Media *Terrarium*



Gambar 2.1 *Terrarium*

(a) *Terrarium* tampak samping, (b) *Terrarium* tampak atas

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Terrarium adalah miniatur taman di dalam wadah kaca yang dirancang untuk mensimulasikan ekosistem alami (Anjarsari *et al.*, 2023). *Terrarium* merupakan salah satu bentuk media tanam mini yang sebenarnya bukan hal baru di Indonesia, namun masih banyak orang yang belum familiar dengannya. Menurut Ariyanti (dalam Zulfikar *et al.*, 2022), ukuran dan bentuk wadah kaca dapat disesuaikan dengan tema, jenis, dan jumlah tanaman serta cara penataannya di dalam wadah. Ia juga menyebutkan bahwa bahan yang diperlukan meliputi media tanam seperti kerikil, pasir halus, arang, kompos, dan moss. Kristiani (2002) menjelaskan bahwa *terrarium* awalnya dikenal sebagai *wardian case*, yang ditemukan oleh Nathaniel Ward dan digunakan untuk penelitian di laboratorium dengan memanfaatkan tabung-tabung laboratorium. Seiring waktu, *terrarium* berkembang menjadi miniatur ekosistem. Sugiyarto (2010) menambahkan bahwa *terrarium* mampu mereplikasi kondisi alami dalam wadah kaca tersebut.

Rosanti *et al.* (2024) menjelaskan bahwa *terrarium* dibagi menjadi dua jenis, yaitu *terrarium* terbuka dan *terrarium* tertutup. Masing-masing jenis ini beroperasi dengan cara yang berbeda. *Terrarium* tertutup berfungsi sebagai ekosistem yang lengkap, karena sepenuhnya terisolasi dalam wadah transparan yang tertutup rapat. Tanaman di dalam *terrarium* ini memperoleh nutrisi dari tanah yang terus-menerus didaur ulang. Ketika tanaman tumbuh, ia menyerap nutrisi dari tanah, dan setelah tanaman tersebut mati, nutrisi tersebut akan kembali ke dalam tanah. Marhaeni & Sudiana (2022) menambahkan bahwa tanaman yang tumbuh paling baik di *terrarium* tertutup adalah tanaman yang menyukai kelembaban, seperti pakis, lumut, dan baby tears. Demikian juga, air di dalam *terrarium* membentuk siklus air kecil melalui proses transpirasi dan kondensasi. Baik tanaman maupun tanah di dalam *terrarium* mengeluarkan uap air, yang kemudian mengembun di dinding *terrarium* dan jatuh kembali ke tanah untuk digunakan kembali. Siklus ini mirip dengan proses hujan dalam ekosistem alami. Oleh karena itu, *terrarium* tetap memerlukan sinar matahari.

Sementara itu, *terrarium* terbuka selalu terhubung dengan lingkungan luar, sehingga memungkinkan sirkulasi udara yang baik di seluruh *terrarium*. Kelembapan di dalamnya juga lebih rendah karena tidak ada siklus air seperti pada

terrarium tertutup. Kondisi ini membuat *terrarium* menjadi lebih kering dan kurang lembab, yang cocok untuk tanaman seperti kaktus dan sukulen. Namun, pemilik *terrarium* atau siswa perlu menyiram *terrarium* terbuka setiap beberapa minggu dan memberikan banyak sinar matahari langsung agar tanaman tetap sehat (Radhiyah & Hariyono, 2022). Media ini dinilai efektif dan relevan sebagai sumber pembelajaran yang menarik karena mampu mereplikasi kondisi alami ekosistem dalam skala mini, sehingga berpotensi mengefektifkan hasil belajar siswa.

2.1.4.2 Kelebihan dan Kekurangan Media *Terrarium*

Setiap jenis media pembelajaran tentu memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Adapun kelebihan dari media *terrarium* di antaranya yaitu sebagai media pembelajaran yang dapat mengembangkan hasil belajar kognitif siswa (Irawan *et al.*, 2014). Siswa dilatih mengamati interaksi yang terjadi pada masing-masing komponen ekosistem dalam *terrarium*. Selain itu, penggunaan *terrarium* dapat menciptakan suasana kegiatan belajar mengajar yang aktif, interaktif, efektif, dan efisien. Media *terrarium* dapat mensimulasikan kondisi di alam yang sebenarnya dalam media kaca, seperti ekosistem gurun, padang pasir, hutan hujan tropis, maupun ekosistem lainnya. Menurut Pramesti *et al.* (2020) pembelajaran menggunakan media *terrarium* dapat memicu perkembangan kognitif siswa. Siswa dapat memperoleh pengalaman dan pengetahuan dari pengenalan lingkungan melalui media pembelajaran yang diberikan serta memberikan pembelajaran yang berkesan yang akan diingat siswa dalam jangka panjang.

Media *terrarium* juga memiliki kekurangan, sebagaimana Anjarsari *et al.* (2023) menjelaskan bahwa *terrarium* memerlukan perhatian khusus untuk menjaga keseimbangan ekosistem di dalamnya. Faktor-faktor seperti penyiraman, pencahayaan, dan ventilasi harus dikelola dengan hati-hati untuk mencegah masalah seperti pertumbuhan jamur atau pembusukan akar. Selain itu, lingkungan lembab dan tertutup dalam *terrarium* dapat menjadi tempat ideal bagi hama dan penyakit untuk berkembang biak. Hama seperti kutu putih dan penyakit seperti jamur dapat menyerang tanaman di dalam *terrarium* jika tidak ada tindakan pencegahan yang tepat. Membuat *terrarium* memerlukan pengeluaran awal untuk membeli wadah, media tanam, tanaman, dan dekorasi (Charina *et al.*, 2012).

Meskipun wadah bekas dapat dimanfaatkan kembali, total biaya yang dikeluarkan tetap perlu dipertimbangkan.

2.1.5 Model Pembelajaran *Project Based Learning*

2.1.5.1 Pengertian Model Pembelajaran *Project Based Learning*

Model pembelajaran PjBL adalah suatu model pembelajaran yang menempatkan siswa sebagai subjek utama dalam proses belajar, dengan fokus pada pengalaman belajar yang menghasilkan produk sebagai hasil akhir (Nababan *et al.*, 2023). Sejalan dengan Sutarini *et al.* (2024) bahwasannya model pembelajaran berbasis proyek merupakan pendekatan pembelajaran yang inovatif, yang berfokus pada siswa dan mendorong siswa atau mahasiswa untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif. Adapun menurut *The George Lucas Educational Foundation* (dalam Nababan *et al.*, 2023), *Project Based Learning* (PjBL) memiliki beberapa definisi: 1) PjBL adalah pendekatan pembelajaran yang memerlukan adanya standar isi dalam kurikulum; 2) PjBL merupakan model yang mendorong pengajar dan siswa untuk merancang pertanyaan penuntun; 3) PjBL adalah pendekatan yang mengharuskan siswa mengaitkan materi yang dipelajari; 4) PjBL juga merupakan pendekatan yang menekankan pada pentingnya pemahaman siswa. Menurut Apriliani & Panggayuh (2018), dalam model *Project Based Learning*, guru berperan sebagai fasilitator. Ini berarti guru lebih banyak melakukan persiapan awal sebelum pembelajaran berlangsung, seperti menyiapkan media, perangkat pembelajaran, dan berbagai kebutuhan lainnya agar proses belajar berjalan efektif dan sesuai tujuan. Pembelajaran berbasis proyek (PjBL) menitikberatkan pada aktivitas siswa, di mana mereka mengumpulkan informasi dan memanfaatkannya untuk menghasilkan sesuatu yang memiliki manfaat, baik bagi diri sendiri maupun orang lain, dengan tetap berpedoman pada Standar Kompetensi (SK) dan Kompetensi Dasar (KD) dalam kurikulum.

Berdasarkan berbagai definisi dan pandangan tentang *Project Based Learning* (PjBL), dapat disimpulkan bahwa PjBL adalah pendekatan pembelajaran yang menekankan keterlibatan aktif siswa dalam proses belajar melalui proyek yang relevan dan bermakna. Dalam model ini, guru berfungsi sebagai fasilitator yang mempersiapkan segala kebutuhan untuk mendukung siswa dalam

mengumpulkan informasi dan menghasilkan karya yang bermanfaat, sambil tetap berpegang pada standar kurikulum. Dengan demikian, PjBL tidak hanya melatih pemahaman siswa terhadap materi, tetapi juga mendorong mereka untuk berkolaborasi dan berkontribusi kepada masyarakat, menciptakan suasana belajar yang lebih dinamis dan interaktif.

6.1.5.2 Karakteristik Model Pembelajaran *Project Based Learning*

Model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) memiliki karakteristik khas. Model ini menitikberatkan pada prinsip dan konsep inti dalam suatu disiplin ilmu, melibatkan siswa dalam investigasi untuk memecahkan masalah, serta mengerjakan tugas-tugas yang bermakna. PjBL memberikan kesempatan kepada siswa untuk bekerja secara mandiri dalam membangun pengetahuan mereka sendiri, dengan tujuan akhir menghasilkan produk nyata. Pembelajaran berbasis proyek ini mampu memberikan pengalaman yang berharga, menarik, dan bermakna bagi siswa. Indriyani & Wrahatnolo (2019) menyampaikan bahwa karakteristik pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) ini dapat diberdayakan untuk melatih kemampuan berpikir siswa, yang memungkinkan mereka untuk mengembangkan kreativitas, keterampilan, dan mendorong kolaborasi di antara mereka.

Ratumanan (2015) menjelaskan bahwa terdapat empat komponen utama dalam pembelajaran berbasis proyek (*Project Based Learning*/PjBL). Pertama, masalah yang disajikan bersifat menantang dan mampu memotivasi siswa. PjBL berfokus pada permasalahan yang unik, tidak biasa, dan menantang, sehingga mendorong siswa untuk mengerjakan proyek yang bermakna serta memperoleh pengetahuan langsung melalui aktivitas tersebut.

Kedua, pengelolaan kerja menjadi aspek penting dalam model ini, yang mencakup: 1) siswa merancang rencana kerja, mulai dari menentukan sumber informasi, memilih informasi yang akan dikaji, menyiapkan perangkat yang dibutuhkan, hingga menyusun jadwal kegiatan; 2) pembentukan kelompok dilakukan dengan pembagian tugas dan tanggung jawab yang jelas; 3) pelaksanaan proyek merupakan tahap realisasi dari rencana yang telah disusun; dan 4) evaluasi serta refleksi dilakukan melalui analisis data, interpretasi, hingga penyusunan laporan hasil proyek. Ketiga, kolaborasi, dalam model PjBL siswa diharuskan

bekerja sama. Kolaborasi ini bermanfaat untuk menyelesaikan tugas tepat waktu, memungkinkan proses berbagi, saling membantu, dan berkontribusi dalam mengembangkan keterampilan sosial. Keempat, hasil akhir berupa laporan merupakan output dari aktivitas proyek, yang juga mencakup materi presentasi yang akan disampaikan oleh siswa.

6.1.5.3 Kelebihan Model Pembelajaran *Project Based Learning*

Project Based Learning merupakan pendekatan pembelajaran yang menempatkan siswa sebagai pusat kegiatan belajar, dengan penekanan pada proses pembelajaran dan penciptaan produk akhir. Beberapa keunggulan model pembelajaran ini dalam Wahyu (2016) meliputi:

- a. Meningkatkan semangat dan dorongan belajar pada siswa;
- b. Mengembangkan kapasitas siswa dalam menyelesaikan persoalan kompleks, sekaligus mendorong partisipasi aktif mereka;
- c. Mempertajam kemampuan siswa dalam mencari dan mengolah berbagai informasi;
- d. Mengasah kecakapan berkomunikasi melalui aktivitas kelompok yang menjadi bagian integral dari proyek;
- e. Memberi kesempatan pada siswa untuk belajar mengelola proyek, termasuk mengatur waktu dan sumber daya yang diperlukan dalam penyelesaian tugas.

6.1.5.4 Kelemahan Model Pembelajaran *Project Based Learning*

Project Based Learning, seperti model pembelajaran lainnya, juga memiliki sejumlah keterbatasan. Menurut Zulhana & Usman (2017), beberapa kendala dalam penerapan model ini mencakup:

- a. Durasi pengerjaan yang panjang untuk penyelesaian masalah dan pembuatan produk;
- b. Kebutuhan akan pendanaan yang memadai;
- c. Perlunya tenaga pengajar yang berkompeten dan memiliki semangat pengembangan diri;
- d. Ketersediaan sarana, alat, dan bahan yang mencukupi.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa meski *Project Based Learning* menawarkan keunggulan dalam hal pengembangan pengetahuan siswa melalui

proyek, implementasinya menghadapi beberapa tantangan terkait waktu, biaya, kemampuan pengajar, dan infrastruktur pendukung.

6.1.5.6 Model Pembelajaran *Project Based Learning* Berbantuan Media *Terrarium*

Model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) adalah pendekatan pembelajaran yang menekankan keterlibatan aktif siswa dalam proses belajar melalui penyelesaian proyek nyata yang relevan dengan materi pelajaran. Dalam konteks ini, siswa berpartisipasi secara aktif dalam proses pembelajaran, di mana mereka diharuskan untuk menyelesaikan masalah dengan menghasilkan produk yang nyata. Produk yang dibuat siswa berupa media dua dimensi yang dapat menjadi solusi dari permasalahan yang diberikan oleh guru. Berikut adalah sintaks dari model pembelajaran Berbasis Proyek (PjBL):

- a. pertanyaan esensial, di mana guru menunjukkan suatu fenomena lingkungan sekitar sekolah yang diinterpretasikan melalui media *terrarium* yang di dalamnya terdapat suatu permasalahan ekosistem dan harus dipecahkan oleh siswa;
- b. mendesain rencana proyek, yaitu guru memberikan bimbingan kepada siswa untuk memilih proyek yang akan mereka buat dalam rangka menyelesaikan masalah yang telah ditetapkan. Dalam sintaks ini, guru menyediakan referensi utama berupa media *terrarium* kepada siswa untuk memperkenalkan konsep-konsep yang seharusnya dipelajari melalui observasi langsung terhadap ekosistem, khususnya ekosistem yang ada di sekitar mereka;
- c. menyusun jadwal, dalam sintaks ini guru membimbing siswa dalam merancang *timeline* untuk pelaksanaan proyek dan memberikan umpan balik kepada setiap kelompok;
- d. membuat dan monitoring proyek, di mana guru melakukan pengawasan terhadap setiap kelompok terkait desain proyek yang telah mereka buat dan meminta kelompok untuk melaporkan hasil rancangan tersebut sesuai dengan *timeline* pengerjaan yang telah dibuat. Selain itu, guru juga mengawasi pelaksanaan proyek oleh siswa;

- e. menguji hasil, dalam konteks ini guru mengarahkan siswa untuk mengumpulkan produk yang telah mereka buat dan mengawasi proses uji coba produk tersebut. Siswa kemudian menilai efektivitas produk yang dihasilkan, termasuk kelebihan dan kekurangan, dengan bantuan media *terrarium* untuk memverifikasi kebenaran informasi tambahan yang diperoleh; dan
- f. evaluasi pengalaman, dalam sintaks terakhir guru memfasilitasi jalannya presentasi dan diskusi hasil. Siswa mempresentasikan dan melaporkan produk mereka, sementara siswa lainnya memberikan *feedback*. Media *terrarium* dapat dimanfaatkan sebagai referensi bagi siswa untuk menilai keakuratan informasi.

Media *terrarium* disediakan oleh guru untuk membantu siswa dalam proses pembelajaran terutama dalam sintaks pertanyaan esensial dan mendesain rencana proyek. Dengan menggunakan media *terrarium*, siswa dapat melakukan observasi ekosistem secara nyata di dalam kelas. Selain itu, dalam sintaks mendesain rencana proyek, media *terrarium* dapat digunakan untuk mengakses informasi tambahan dalam pencarian solusi permasalahan yang diberikan oleh guru.

Media *terrarium* adalah biosfer alami buatan yang menampilkan miniatur taman dengan fungsi biologis. *Terrarium* menggunakan wadah yang terbuat dari kaca, seperti botol atau akuarium, atau dari plastik transparan, yang berisi tanaman dengan metode yang inovatif yang meniru kondisi alam yang sebenarnya (F.N. Sholihah *et al.*, 2019a). Media ini berfungsi sebagai ekosistem mini yang memungkinkan pertumbuhan tanaman dengan memanfaatkan elemen-elemen seperti tanah, air, dan cahaya. Menurut Rosanti *et al.* (2024) *terrarium* dapat dibagi menjadi dua kategori berdasarkan sistemnya, yaitu *terrarium* terbuka yang memungkinkan sirkulasi udara yang baik dan *terrarium* tertutup yang membentuk siklus air mini melalui proses transpirasi dan kondensasi. Tanaman yang ditanam dalam *terrarium* tertutup memerlukan tingkat kelembapan yang tinggi, sedangkan tanaman dalam *terrarium* terbuka lebih sesuai untuk kondisi yang kering. Di sisi lain, *terrarium* juga dapat berfungsi sebagai media pembelajaran yang efektif untuk memahami konsep ekosistem dan interaksi dalam lingkungan. Dengan demikian,

terrarium merupakan alat multifungsi yang dapat memberikan peluang belajar tentang ekosistem secara langsung.

2.1.6 Deskripsi Materi Ekosistem

2.1.6.1 Pengertian Ekosistem

Ekosistem merupakan unit kehidupan yang lebih luas, karena mencakup tidak hanya komunitas biotik, tetapi juga faktor-faktor lingkungan yang bersifat abiotik, seperti iklim, tanah, dan air (Rahmi *et al.*, 2023). Dalam ekosistem, faktor biotik dan abiotik saling berinteraksi dan memengaruhi satu sama lain. Menurut Maknun (2017) tidak hanya melibatkan berbagai spesies tumbuhan dan hewan, tetapi juga mencakup berbagai bentuk materi yang berputar dalam sistem tersebut serta energi yang menjadi sumber kekuatan. Berdasarkan pernyataan tersebut dapat disimpulkan bahwa ekosistem adalah unit kehidupan komprehensif yang mencakup interaksi dinamis antara faktor biotik dan abiotik, melibatkan berbagai spesies serta perputaran materi dan energi sebagai pendukung keberlangsungan sistem.

2.1.6.2 Komponen Penyusun Ekosistem

Sebuah sistem terdiri dari berbagai komponen yang berfungsi secara teratur sebagai satu kesatuan. Dalam ekosistem, komponen tersebut terbagi menjadi komponen biotik dan komponen abiotik (Maknun, 2017). Komponen biotik terdiri dari organisme hidup yang merupakan bagian dari lingkungan individu. Ini berarti bahwa satu organisme dapat memengaruhi kehidupan organisme lain dalam ekosistem. Berdasarkan fungsi dan perannya, makhluk hidup dikelompokkan menjadi penghasil (produsen), pemakai (konsumen), detritivor, dan pengurai (dekomposer). Berikut adalah penjelasan mengenai masing-masing kelompok tersebut:

- 1) Produsen adalah organisme yang mampu mensintesis senyawa organik dari bahan anorganik dengan bantuan energi dari sinar matahari.
- 2) Konsumen adalah organisme yang mendapatkan bahan organik dari organisme lain.
- 3) Dekomposer atau pengurai adalah organisme yang memiliki kemampuan untuk menguraikan sisa-sisa organisme atau produk dari organisme yang telah mati menjadi senyawa anorganik.

- 4) Detritivor adalah organisme yang mengonsumsi serpihan organik dari organisme lain.

Berdasarkan cara memperoleh makanan, komponen biotik dibedakan menjadi autotrof dan heterotrof. Autotrof adalah organisme yang dapat mensintesis makanan mereka sendiri dan berfungsi sebagai produsen, contohnya adalah tumbuhan hijau. Sementara itu, heterotrof adalah organisme yang memanfaatkan senyawa organik dari makhluk hidup lain, seperti berbagai jenis hewan. Di sisi lain, komponen abiotik terdiri dari benda-benda tak hidup, seperti cahaya matahari, tanah, air, kelembaban, dan iklim.

2.1.6.3 Satuan Makhluk Hidup Penyusun Ekosistem

Sebuah ekosistem terdiri dari unit-unit organisme hidup. Menurut Rahmi *et al.* (2023) organisasi kehidupan dimulai dari tingkat sel hingga mencapai biosfer, di antaranya yaitu:

- 1) Sel adalah unit dasar kehidupan yang membentuk seluruh organisme, atau unit terkecil dalam kehidupan. Setiap sel memiliki struktur dan fungsi yang beragam, yang penting untuk menjalankan proses kehidupan seperti metabolisme untuk pertumbuhan dan perkembangan, serta reproduksi.
- 2) Jaringan adalah kumpulan sel-sel yang memiliki struktur dan fungsi serupa, yang bekerja sama untuk melaksanakan tugas tertentu dalam tubuh.
- 3) Organ adalah kumpulan jaringan yang saling berkolaborasi untuk menjalankan fungsi tertentu dalam tubuh makhluk hidup.
- 4) Sistem organ adalah kumpulan organ yang saling berinteraksi dan bekerja sama untuk melaksanakan fungsi-fungsi tertentu dalam tubuh makhluk hidup. Setiap sistem organ memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan dan kelangsungan hidup organisme. Kerja sama antar sistem organ memungkinkan organisme untuk bertahan hidup, tumbuh, berkembang biak, dan beradaptasi dengan lingkungan sekitarnya.
- 5) Organisme adalah makhluk hidup yang terdiri dari sel-sel, jaringan-jaringan, organ-organ, dan sistem organ yang saling berinteraksi dalam satu kesatuan untuk menjalankan fungsi kehidupan. Organisme dapat terdiri dari satu sel (uniseluler) atau banyak sel (multiseluler).

- 6) Populasi merupakan sekumpulan organisme dari spesies yang sama yang hidup bersama di suatu area dan dalam periode waktu tertentu. Populasi memiliki karakteristik khusus, seperti jumlah individu, kepadatan populasi, pola distribusi, tingkat pertumbuhan, dan komposisi usia.
- 7) Komunitas adalah sekumpulan beberapa populasi dari berbagai spesies yang hidup bersama di suatu area tertentu pada waktu tertentu. Dalam komunitas, terdapat interaksi antara anggotanya, seperti persaingan dan predasi. Interaksi ini tentunya akan mempengaruhi struktur dan organisasi kehidupan di dalam komunitas tersebut.
- 8) Ekosistem adalah unit kehidupan yang lebih luas, karena mencakup tidak hanya komunitas biotik, tetapi juga faktor lingkungan abiotik, seperti iklim, tanah, dan air. Faktor biotik dan abiotik saling berinteraksi dalam ekosistem dan mempengaruhi satu sama lain.
- 9) Bioma adalah wilayah yang memiliki produsen, konsumen, dan pengurai dengan karakteristik geografis atau iklim yang serupa. Umumnya, bioma terdiri dari beberapa ekosistem dengan elemen regional yang besar, tetapi memiliki komunitas tumbuhan dan hewan yang khas.
- 10) Biosfer adalah sistem kehidupan terbesar, yang merupakan gabungan dari seluruh ekosistem di dunia, terdiri dari komponen biotik dan abiotik serta interaksi di dalamnya, sehingga menciptakan ketergantungan satu sama lain.

2.1.6.4 Macam-macam Ekosistem

Ekosistem yang ada di permukaan bumi (Makrokosmos) secara umum dapat dikategorikan berdasarkan dua aspek, yaitu sejarah pembentukannya dan jenisnya (Asril *et al.*, 2022). Berdasarkan sejarah pembentukannya, ekosistem dibedakan menjadi ekosistem alami dan ekosistem buatan. Sementara itu, berdasarkan jenisnya, ekosistem terbagi menjadi ekosistem perairan dan ekosistem daratan. Setiap kategori ekosistem tersebut memiliki berbagai variasi jenis di dalamnya.

- 1) Berdasarkan Sejarah Terbentuknya
 - a) Ekosistem Alami

Ekosistem alami merupakan ekosistem yang terbentuk secara alami tanpa adanya intervensi dari manusia. Contoh dari ekosistem ini meliputi hutan tropis, hutan subtropis, gurun, dan ekosistem di daerah kutub, serta lainnya.

b) Ekosistem Buatan

Ekosistem buatan adalah ekosistem yang diciptakan oleh manusia dengan tujuan tertentu. Contoh dari ekosistem buatan ini meliputi sawah, waduk, bendungan, kolam, akuarium, taman, kebun, serta hutan tanaman produksi seperti hutan jati dan hutan pinus, serta ekosistem perumahan dan lain-lain.

2) Berdasarkan Jenisnya

a) Ekosistem Perairan

Ekosistem perairan adalah ekosistem yang komponen abiotiknya terdiri dari air. Terdapat dua jenis ekosistem air, yaitu ekosistem air asin (laut) dan ekosistem air tawar.

b) Ekosistem Darat

Ekosistem darat mencerminkan kondisi ekosistem yang terdapat di area daratan permukaan bumi. Ekosistem ini adalah sistem ekologi yang sebagian besar terdiri dari lingkungan daratan. Permukaan bumi memiliki variasi kontur yang sangat beragam, mulai dari daerah yang tinggi hingga yang rendah.

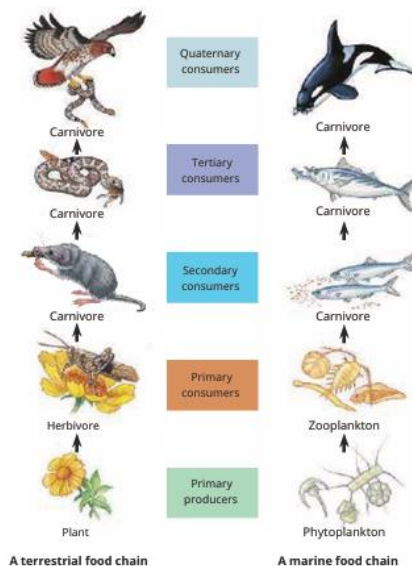
2.1.6.5 Hubungan Saling Ketergantungan

Dalam sebuah ekosistem, selalu terdapat saling ketergantungan antara satu organisme dengan organisme lainnya, serta antara organisme dan lingkungan sekitarnya. Hal ini mengakibatkan terjadinya aliran energi dalam ekologi (Sandika, 2021). Ketergantungan antar komponen biotik terjadi karena adanya distribusi energi yang terkait dengan rantai makanan dan jaring-jaring makanan (Campbell *et al.*, 2020). Sandika (2021) menyebutkan bahwa dalam sebuah ekosistem, terdapat struktur dan tingkat trofik dari organisme yang memicu terbentuknya rantai makanan, aliran energi, dan siklus materi (biokimia).

1) Rantai Makanan

Rantai makanan adalah proses pemindahan energi dari makanan dimulai dari sumbernya, yaitu tumbuhan dan organisme autotrof lainnya (produsen primer),

kemudian berpindah melalui herbivora (konsumen primer) ke karnivora (konsumen sekunder, tersier, dan kuartener), dan akhirnya sampai ke dekomposer.

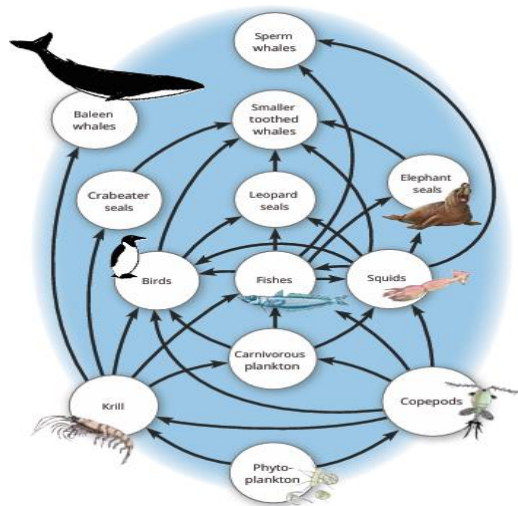


Gambar 2.2 Rantai Makanan
Sumber: (Campbell *et al.*, 2020)

Gambar 2.2 menunjukkan dua jenis rantai makanan, yaitu rantai makanan terestrial (darat) dan rantai makanan laut (marine). Pada rantai makanan darat, tumbuhan berperan sebagai produsen primer yang menghasilkan makanan melalui proses fotosintesis. Tumbuhan kemudian dimakan oleh herbivora sebagai konsumen primer, lalu herbivora dimakan oleh karnivora kecil sebagai konsumen sekunder. Karnivora yang lebih besar berperan sebagai konsumen tersier yang memangsa konsumen sekunder, dan akhirnya terdapat predator puncak sebagai konsumen kuartener. Sementara itu, pada rantai makanan laut, fitoplankton berperan sebagai produsen primer yang melakukan fotosintesis. Zooplankton sebagai konsumen primer memakan fitoplankton, kemudian ikan-ikan kecil sebagai konsumen sekunder memakan zooplankton. Ikan yang lebih besar berperan sebagai konsumen tersier, dan predator laut seperti hiu berada di puncak rantai makanan sebagai konsumen kuartener. Kedua rantai makanan ini menunjukkan bagaimana energi mengalir dari organisme tingkat rendah ke tingkat yang lebih tinggi dalam suatu ekosistem.

2) Jaring-jaring Makanan

Jaring-jaring makanan merupakan kumpulan berbagai jenis rantai makanan dalam suatu ekosistem. Ini berarti bahwa pemangsa tidak hanya mengonsumsi satu jenis makanan saja (Campbell *et al.*, 2020).



Gambar 2.3 Jaring-jaring Makanan

Sumber: (Campbell *et al.*, 2020)

Berdasarkan gambar 2.3, jaring-jaring makanan di ekosistem laut ini menunjukkan aliran energi yang dimulai dari fitoplankton sebagai produsen primer. Energi mengalir ke konsumen tingkat pertama seperti kopepoda dan krill, lalu ke konsumen tingkat kedua seperti plankton karnivor, ikan, dan cumi-cumi. Selanjutnya energi mengalir ke predator yang lebih besar seperti burung laut, anjing laut, dan paus, hingga akhirnya sampai ke manusia sebagai konsumen puncak.

Jaring-jaring makanan ini memperlihatkan bahwa setiap organisme memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem laut. Jika salah satu komponen terganggu, maka akan mempengaruhi keseluruhan rantai makanan. Oleh karena itu, penting untuk menjaga kelestarian setiap organisme dalam ekosistem laut untuk mempertahankan keberlanjutan kehidupan laut secara keseluruhan.

3) Piramida Ekologi

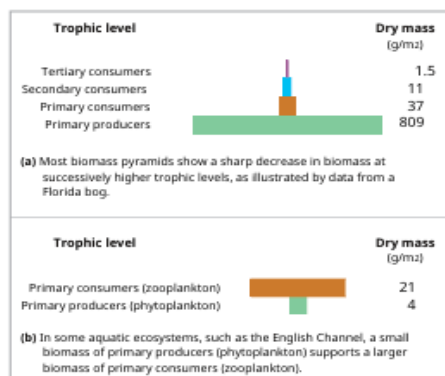
Struktur trofik dan interaksi antar komponen biotik dalam suatu ekosistem dapat digambarkan melalui sebuah konsep yang disebut piramida ekologi. Piramida ini memiliki tiga bentuk berdasarkan fungsinya: piramida jumlah yang

menggambarkan kuantitas organisme pada setiap tingkat trofik, piramida biomassa yang menunjukkan total massa organik pada masing-masing tingkat, dan piramida energi yang menjelaskan aliran serta transfer energi antar tingkatan trofik dalam ekosistem (Sandika, 2021).

a) Piramida Jumlah

Piramida jumlah didasarkan pada jumlah organisme di setiap tingkat trofik. Organisme pada masing-masing tingkat trofik dapat diwakili dalam piramida jumlah. Umumnya, organisme di tingkat trofik pertama adalah yang paling banyak, sedangkan jumlah organisme di tingkat trofik kedua, ketiga, dan seterusnya cenderung menurun. Dalam kebanyakan komunitas yang sehat, jumlah tumbuhan biasanya lebih banyak dibandingkan dengan organisme herbivor. Begitu pula, jumlah herbivor selalu lebih banyak daripada karnivor tingkat I, dan karnivor tingkat I juga lebih banyak dibandingkan dengan karnivor tingkat II (Sandika, 2021).

b) Piramida Biomassa



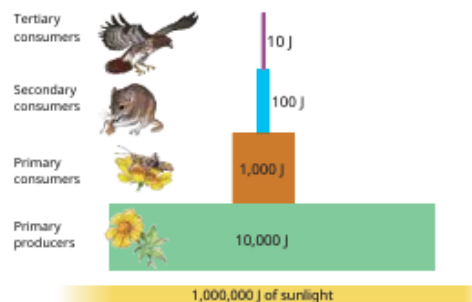
Gambar 2.4 Piramida Biomassa

Sumber: (Campbell *et al.*, 2020)

Gambar 2.4 menunjukkan piramida biomassa yang berfungsi untuk menggambarkan total massa semua organisme di suatu habitat tertentu, yang diukur dalam satuan gram. Untuk mencegah kerusakan pada habitat, biasanya hanya diambil sedikit sampel untuk diukur, kemudian total biomassa seluruhnya dihitung. Dengan cara pengukuran ini, informasi yang lebih akurat mengenai kondisi ekosistem dapat diperoleh (Sandika, 2021).

Piramida biomassa sering kali tidak memberikan informasi yang komprehensif tentang ekosistem tertentu. Berbeda dengan piramida energi, yang dibuat berdasarkan pengamatan yang dilakukan dalam jangka waktu yang lama. Piramida energi dapat memberikan gambaran yang paling akurat mengenai aliran energi dalam ekosistem. Dalam piramida energi, terjadi penurunan jumlah energi yang tersedia secara berturut-turut di setiap tingkat trofik (Sandika, 2021).

c) Piramida Energi



Gambar 2.5 Piramida Energi

Sumber: (Campbell *et al.*, 2020)

Berdasarkan gambar 2.5, piramida energi dibentuk berdasarkan pengamatan yang dilakukan selama periode yang panjang (Sandika, 2021). Piramida energi memberikan gambaran yang paling tepat mengenai aliran energi dalam ekosistem. Dalam piramida energi, terdapat penurunan jumlah energi yang tersedia secara bertahap di setiap tingkat trofik. Penurunan energi yang terjadi di setiap tingkat trofik disebabkan oleh beberapa faktor berikut:

- (1) Hanya sejumlah makanan tertentu yang dapat ditangkap dan dikonsumsi oleh tingkat trofik berikutnya.
- (2) Beberapa makanan yang dikonsumsi tidak dapat dicerna dan dikeluarkan sebagai limbah.
- (3) Hanya sebagian dari makanan yang dicerna yang menjadi bagian dari tubuh organisme, sementara sisanya digunakan sebagai sumber energi.

2.1.6.6 Interaksi antar Komponen Ekosistem

Setiap elemen yang membentuk ekosistem akan saling berhubungan. Hubungan tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

1) Interaksi Antarorganisme

Hubungan antara organisme dalam suatu komunitas bervariasi, ada yang sangat dekat dan ada yang kurang dekat. Menurut Maknun (2017) interaksi antarorganisme dapat dikelompokkan sebagai berikut:

a) Netral

Hubungan yang tidak saling mengganggu antara individu-individu dalam habitat yang sama, yang tidak menguntungkan maupun merugikan kedua belah pihak, disebut netral. Contohnya adalah capung dan sapi.

b) Predasi

Predasi adalah hubungan antara mangsa dan pemangsa (predator). Hubungan ini sangat erat karena tanpa mangsa, predator tidak dapat bertahan hidup. Sebaliknya, predator juga berperan sebagai pengontrol populasi mangsa. Contohnya adalah singa dengan mangsanya, yaitu kijang dan rusa.

c) Parasitisme

Parasitisme adalah hubungan antara individu dari spesies yang berbeda, di mana satu individu bergantung pada organisme lain (inang) dan mengambil makanan dari inang tersebut, sehingga merugikan inang. Contohnya adalah Plasmodium yang menginfeksi manusia dan Taenia saginata yang hidup di dalam sapi.

d) Komensalisme

Komensalisme adalah hubungan antara dua individu dari spesies yang berbeda yang hidup berdampingan untuk berbagi sumber makanan. Jika salah satu spesies diuntungkan, maka spesies lainnya juga mendapatkan manfaat. Contohnya adalah anggrek yang tumbuh pada pohon yang menjadi tempatnya bertumpu.

e) Mutualisme

Mutualisme adalah hubungan antara dua organisme dari spesies yang berbeda yang saling menguntungkan. Contohnya adalah bakteri Rhizobium yang hidup di bintil akar tanaman legum.

2) Interaksi Antarpopulasi

Antara populasi yang satu dengan populasi lain selalu terjadi interaksi secara langsung atau tidak langsung dalam komunitasnya. Contoh interaksi antarpopulasi adalah sebagai berikut:

a) Alelopati

Alelopati adalah interaksi antara dua spesies organisme yang berbeda, di mana keberadaan satu organisme dapat menghalangi pertumbuhan dan perkembangan organisme lainnya melalui pelepasan zat beracun atau toksin (Bariyah & Sugandi, 2022).

b) Kompetisi

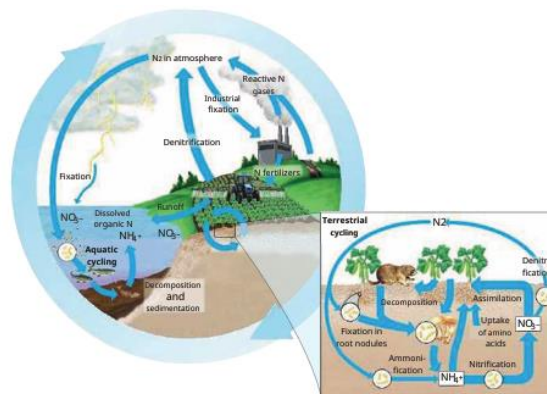
Kompetisi adalah fenomena alami di mana dua atau lebih populasi bersaing untuk mendapatkan sumber daya terbatas di lingkungan yang sama. Sumber daya yang dapat diperebutkan meliputi makanan, air, tempat tinggal, lokasi untuk berkembang biak, serta faktor-faktor lain yang penting untuk kelangsungan hidup dan reproduksi (Suhri *et al.*, 2024).

2.1.6.7 Siklus Biogeokimia

Siklus biogeokimia adalah proses perpindahan senyawa kimia melalui organisme sebagai perantara, yang kemudian kembali ke lingkungan fisik. Siklus ini dibedakan menjadi beberapa tipe, antara lain daur gas (seperti gas karbon dan nitrogen), daur padatan (seperti fosfor), dan daur air (hidrologi) (Campbell *et al.*, 2020). Berikut adalah penjelasan mengenai masing-masing siklus biogeokimia:

1) Siklus Nitrogen

Nitrogen adalah unsur yang diperlukan untuk membentuk protein. Sumber utama nitrogen adalah udara, yang mengandung 80% nitrogen. Nitrogen bebas dapat diikat (difiksasi) oleh bakteri yang hidup pada tumbuhan berbintil dan beberapa jenis alga. Selain itu, nitrogen bebas juga dapat bereaksi dengan hidrogen dan oksigen dengan bantuan petir. Tumbuhan memperoleh nitrogen dalam bentuk amonia (NH_3), ion nitrit (NO_2^-), dan ion nitrat (NO_3^-).



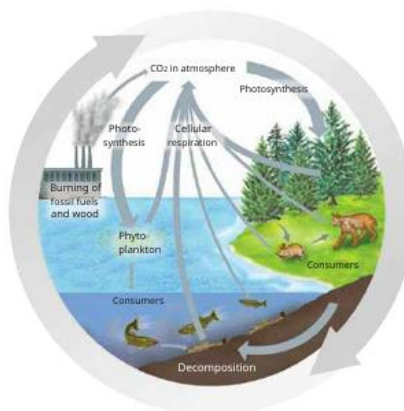
Gambar 2.6 Siklus Nitrogen

Sumber: (Campbell *et al.*, 2020)

Berdasarkan gambar 2.6 menunjukkan daur nitrogen dimulai dengan proses fiksasi, yaitu perubahan nitrogen menjadi amonia, diikuti oleh nitrifikasi, yang merupakan proses oksidasi amonia menjadi amonium, kemudian nitrit, dan dilanjutkan dengan oksidasi nitrit menjadi nitrat. Selanjutnya adalah asimilasi, yaitu pembentukan senyawa nitrogen organik, diikuti oleh amonifikasi, yang merupakan proses penguraian sisa-sisa tanaman dan limbah yang menghasilkan amonia. Terakhir, ada denitrifikasi, yaitu proses reduksi nitrat menjadi gas nitrogen. Melalui proses-proses ini, daur nitrogen akan terus berulang dalam ekosistem.

2) Siklus Karbon

Siklus karbon adalah siklus biogeokimia yang berkaitan dengan pertukaran atau perpindahan karbon antara biosfer, pedosfer, geosfer, hidrosfer, dan atmosfer. Proses dalam siklus karbon saling mempengaruhi satu sama lain.



Gambar 2.7 Siklus Karbon

Sumber: (Campbell *et al.*, 2020)

Pada gambar 2.7 menggambarkan proses siklus karbon. Proses utama yang mendorong siklus karbon adalah fotosintesis oleh tumbuhan dan fitoplankton, yang menyerap karbondioksida dari atmosfer dalam jumlah yang semakin meningkat setiap tahunnya. Jumlah ini sebanding dengan karbondioksida yang dilepaskan ke atmosfer melalui respirasi seluler oleh produsen dan konsumen. Dalam jangka waktu geologis, gunung berapi juga menjadi sumber karbondioksida yang signifikan. Selain itu, pembakaran bahan bakar fosil menambah jumlah karbondioksida yang cukup besar ke atmosfer (Campbell *et al.*, 2020). Dengan demikian, dalam prosesnya, siklus karbon melibatkan interaksi timbal balik antara fotosintesis dan respirasi seluler, yang menciptakan hubungan antara lingkungan atmosfer dan lingkungan darat.

3) Siklus Fosfor

Organisme memerlukan fosfor sebagai komponen utama dalam asam nukleat, fosfolipid, ATP, serta molekul penyimpanan energi lainnya, dan juga sebagai mineral penyusun gigi dan tulang, sehingga sangat penting bagi kehidupan.



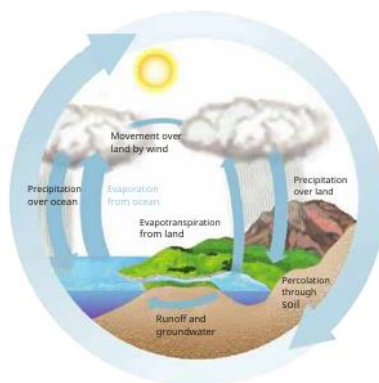
Gambar 2.8 Siklus Fosfor
Sumber: (Campbell *et al.*, 2020)

Berdasarkan gambar 2.8 menunjukkan siklus fosfor di alam terdapat dalam bentuk ion fosfat (PO_4^{3-}). Pengikisan batuan akibat cuaca secara perlahan menambahkan ion fosfat ke dalam tanah, di mana sebagian di antaranya mengalir melalui air tanah dan air permukaan, akhirnya menuju laut. Fosfat yang diserap oleh produsen bergabung dengan molekul biologis dan dapat dimakan oleh konsumen, kemudian disebarkan melalui jaringan-jaringan makanan. Fosfat kemudian dikembalikan ke tanah atau air melalui dekomposisi biomassa (ekskresi) oleh

konsumen. Karena tidak ada gas yang mengandung fosfor, hanya sedikit fosfor yang beredar di atmosfer, biasanya dalam bentuk percikan air laut dan debu.

4) Siklus Air

Air adalah salah satu senyawa kimia yang paling melimpah di alam, namun ketersediaan air yang memenuhi syarat untuk kebutuhan manusia relatif sedikit. Lebih dari 97% air di permukaan bumi adalah air laut yang tidak dapat dikonsumsi langsung oleh manusia. Dari 3% air yang tersisa, 2% tersimpan sebagai es di kutub dan dalam bentuk uap air. Oleh karena itu, air yang benar-benar tersedia untuk kebutuhan manusia hanya sekitar 0,62%, yang mencakup air sungai, air danau, dan air tanah.



Gambar 2.9 Siklus Air

Sumber: (Campbell *et al.*, 2020)

Gambar 2.9 menggambarkan siklus air. Proses utama yang mendorong terjadinya siklus air meliputi evaporasi air yang didorong oleh energi matahari, kondensasi uap menjadi awan, dan hujan. Transpirasi oleh tumbuhan darat juga berkontribusi mengalirkan sejumlah besar air ke atmosfer. Selain itu, aliran permukaan air tanah dapat mengembalikan air ke laut, sehingga siklus air dapat berlangsung.

2.2 Hasil Penelitian yang Relevan

Hasil penelitian yang dilakukan Sularmi *et al.* (2018) menunjukkan bahwa penerapan *Project Based Learning* (PjBL) secara signifikan efektif dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa. Pada kelas eksperimen yang menggunakan PjBL, nilai rata-rata berpikir kritis meningkat dari 58,63 pada *pretest* menjadi 79,67 pada *posttest*, dengan kenaikan sebesar 21,04 poin. Sementara itu,

pada kelas kontrol yang menggunakan pembelajaran konvensional, nilai rata-rata meningkat dari 64 menjadi 74,48, dengan kenaikan hanya sebesar 10,48 poin. Uji t menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,007 ($p < 0,05$), yang berarti PjBL secara signifikan lebih efektif dibandingkan pembelajaran konvensional dalam pengembangan kemampuan berpikir kritis siswa.

Hasil penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* (PJBL) yang dilakukan oleh Mega & Nafiah (2020) menunjukkan peningkatan yang signifikan terhadap hasil belajar. Sebelum penerapan PJBL (pra tindakan), ketuntasan hasil belajar hanya mencapai 37,5% atau 9 siswa dari 24 siswa, dengan rata-rata nilai kelas sebesar 62,91. Pada siklus I, ketuntasan meningkat menjadi 66,7% atau 16 siswa, dengan rata-rata nilai 70,41. Setelah perbaikan dilakukan pada siklus II, ketuntasan mencapai 100% atau seluruh siswa berhasil memenuhi Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP) dengan rata-rata nilai meningkat menjadi 80. Peningkatan ini mencerminkan keberhasilan metode PJBL dalam menciptakan pembelajaran yang lebih aktif, kreatif, dan bermakna bagi siswa.

Berdasarkan hasil penelitian Sholihah *et al.* (2019), penerapan *terrarium* sebagai media pembelajaran menunjukkan hasil yang sangat positif. Seluruh peserta (100%) merasa bahwa pelatihan pembuatan *terrarium* menambah keterampilan dan wawasan dalam memperkaya variasi media pembelajaran sains. Selain itu, 63% peserta merasa mudah dalam membuat *terrarium*, dan 89% peserta berencana untuk membuatnya sendiri di masa mendatang. Secara keseluruhan, pelatihan ini berhasil meningkatkan pemahaman guru tentang konsep ekosistem dan keterampilan dalam menciptakan media pembelajaran berbasis Lab Mini.

2.3 Kerangka Konseptual

Materi ekosistem dalam mata pelajaran Biologi merupakan kajian yang kompleks karena melibatkan interaksi timbal balik antara komponen biotik dan abiotik yang dinamis. Di Indonesia, tantangan utama dalam pembelajaran ini adalah kecenderungan penyampaian materi secara verbalisme, di mana siswa hanya menghafal definisi tanpa memahami mekanisme keseimbangan lingkungan yang sebenarnya. Keterbatasan pemahaman konsep yang mendalam ini berdampak langsung pada rendahnya kemampuan siswa dalam menganalisis permasalahan

lingkungan secara logis dan terstruktur. Selain itu, proses pembelajaran di sekolah diharapkan dapat melibatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi.

Kemampuan berpikir tingkat tinggi terdiri dari beberapa aspek, salah satunya adalah kemampuan berpikir kritis. Proses ini tidak hanya sekadar mencari jawaban, tetapi juga melibatkan keterampilan lain seperti menganalisis, mempertanyakan jawaban serta pernyataan, fakta, atau informasi yang ada. Mengasah kemampuan berpikir kritis sangatlah penting, karena dengan berpikir kritis, seseorang dapat berpikir secara logis dan melihat masalah dari berbagai perspektif. Dalam pembelajaran ekosistem, berpikir kritis sangat diperlukan agar siswa mampu memprediksi konsekuensi dari intervensi manusia terhadap alam, seperti dampak polusi atau deforestasi. Namun, kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa siswa jarang dilatih untuk mempertanyakan fenomena atau mencari solusi atas problematik lingkungan, sehingga daya kritis mereka tetap berada pada level rendah. Selain hambatan pada aspek berpikir kritis, minimnya keterlibatan aktif siswa juga berpengaruh negatif terhadap hasil belajar siswa secara keseluruhan.

Hasil belajar merupakan perubahan perilaku dan penguasaan kompetensi yang dicapai siswa setelah melalui proses pengalaman belajar yang terencana. Pencapaian ini mencakup dimensi kognitif, afektif, dan psikomotorik. Pada materi ekosistem, hasil belajar yang optimal ditandai dengan kemampuan siswa menghubungkan variabel-variabel lingkungan dalam sebuah sistem yang padu, namun hasil ini sulit tercapai jika aktivitas belajar tidak memberikan pengalaman yang berkesan atau relevan dengan kehidupan nyata. Untuk mengatasi rendahnya keterampilan berpikir kritis dan hasil belajar tersebut, diperlukan sebuah strategi instruksional berupa model pembelajaran yang mampu memindahkan fokus pembelajaran dari guru ke siswa. Salah satu model pembelajaran yang dapat digunakan yaitu model pembelajaran *Project Based Learning*.

Project Based Learning (PjBL) adalah model pembelajaran yang berpusat pada siswa dengan menggunakan proyek sebagai media inti dalam proses eksplorasi. Melalui sintaks yang sistematis mulai dari pertanyaan esensial, perancangan jadwal, hingga evaluasi pengalaman, PjBL menuntut siswa untuk

melakukan investigasi mandiri dan kerja tim. Keunggulan dari model ini juga dapat mendorong siswa untuk berpartisipasi secara aktif dalam proses pembelajaran dalam memecahkan masalah lingkungan melalui produk nyata yang mereka buat sendiri. model PjBL ini akan semakin optimal jika didukung oleh media pembelajaran yang representatif untuk memvisualisasikan sistem ekologi yang kompleks ke dalam lingkungan kelas. Adapun media yang dapat digunakan salah satunya berupa media *terrarium*.

Media *terrarium* adalah sebuah model miniatur atau replika ekosistem darat yang dibuat di dalam wadah transparan (seperti kaca atau plastik tembus pandang). Penggunaan *terrarium* sebagai media pendukung PjBL memberikan pengalaman empiris bagi siswa untuk mengamati suatu permasalahan ekosistem. Keunggulan *terrarium* terletak pada kemampuannya menghadirkan fenomena alam yang nyata ke dalam ruang kelas, sehingga mempermudah visualisasi konsep ekosistem yang sebelumnya bersifat teoritis.

Integrasi model *Project Based Learning* dengan media *terrarium* dalam pembelajaran ekosistem memiliki urgensi yang tinggi mengingat berbagai permasalahan pembelajaran yang telah diuraikan sebelumnya. Kombinasi kedua pendekatan ini diharapkan dapat menciptakan pembelajaran yang tidak hanya meningkatkan pemahaman konseptual siswa, tetapi juga mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan meningkatkan hasil belajar secara komprehensif. Melalui pembelajaran ini, siswa akan terlibat dalam seluruh tahapan pembelajaran mulai dari mengamati media *terrarium* sebagai representasi permasalahan ekosistem, mengidentifikasi permasalahan yang terjadi, menganalisis penyebab dan dampak permasalahan tersebut, mencari informasi dan referensi untuk memecahkan masalah, merancang solusi yang tepat, hingga mempresentasikan solusi dalam bentuk produk. Dengan demikian, penelitian ini menjadi sangat penting untuk memberikan bukti empiris tentang pengaruh model PjBL dengan media *terrarium* terhadap keterampilan berpikir kritis dan hasil belajar siswa. Berdasarkan penjelasan tersebut, penulis menduga bahwa terdapat pengaruh model pembelajaran *project based learning* berbantuan media *terrarium* terhadap keterampilan berpikir kritis dan hasil belajar siswa pada materi ekosistem.

2.4 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka konseptual di atas, maka rumus hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- H₀ : Tidak ada pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbantuan media *terrarium* terhadap keterampilan berpikir kritis dan hasil belajar siswa pada materi ekosistem di Kelas X MAN 3 Kabupaten Tasikmalaya tahun ajaran 2024/2025.
- H_a : Ada pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbantuan media *terrarium* terhadap keterampilan berpikir kritis dan hasil belajar siswa pada materi ekosistem di Kelas X MAN 3 Kabupaten Tasikmalaya tahun ajaran 2024/2025.