

BAB 2

TINJAUAN TEORITIS

2.1 Kajian Pustaka

2.1.1 Keterampilan Berpikir Analitis

2.1.1.1 Pengertian Keterampilan Berpikir Analitis

Berpikir merupakan proses menggunakan akal budi untuk menimbang dan memutuskan sesuatu melalui mekanisme yang kompleks, melibatkan ingatan, serta tidak dapat diamati secara langsung bagaimana otak mengolah informasi (L. Aprilia et al., 2023). Kemampuan berpikir yang menjadi fokus penting dalam pengembangan kurikulum dan pelaksanaan pembelajaran abad ke-21 adalah kemampuan berpikir tingkat tinggi atau *Higher Order Thinking Skills* (Saputra et al., 2025). Dalam taksonomi Bloom, keterampilan menganalisis atau berpikir analitis menempati tingkatan keempat, menunjukkan perannya yang krusial dalam mendukung pemahaman dan pemecahan masalah (Manik & Ngurah, 2020).

Keterampilan berpikir analitis merupakan keterampilan individu dalam memecah suatu hal menjadi bagian-bagian yang lebih kecil, menemukan hubungan antarbagian tersebut, dan menggunakannya untuk membantu menyelesaikan permasalahan (Daulay et al., 2025). Keterampilan ini juga meliputi pengenalan dan pengelompokan berbagai aspek dari suatu objek, peristiwa, atau cerita, kemudian menelusuri keterkaitan antar komponennya, termasuk hubungan sebab-akibat, guna memahami serta melihat hubungan yang ada di dalamnya (Art-In, 2012). Dalam konteks pembelajaran, berpikir analitis diterapkan dengan cara menganalisis permasalahan yang dihadapi. Menganalisis adalah kegiatan menguraikan suatu materi menjadi komponen-komponen penyusunnya dan menelaah keterkaitan antar komponen tersebut (Anderson & Krathwohl, 2001).

Keterampilan berpikir analitis dibutuhkan peserta didik agar terlatih dalam menyelesaikan masalah dengan bertumpu pada fakta yang ada, sehingga mampu menjadi dasar pengambilan keputusan dalam kegiatan pembelajaran (Artanti et al., 2021). Berpikir analitis dapat mengasah peserta didik dalam mengidentifikasi beragam persoalan, menguraikannya menjadi bagian-bagian, memilah mana yang tidak berhubungan, menghubungkan masalah yang memiliki kesamaan konsep,

serta merumuskan solusi untuk menyelesaikannya (Fitriani *et al.*, 2021). Hal ini menegaskan bahwa keterampilan berpikir analitis memiliki peran penting dalam membentuk cara berpikir peserta didik yang lebih terarah dan mendalam.

Berdasarkan pendapat-pendapat yang telah dijelaskan oleh beberapa ahli dapat disimpulkan bahwa, keterampilan berpikir analitis adalah keterampilan individu dalam memecah pernyataan, fakta, masalah, atau ide menjadi bagian-bagian kecil, membedakan setiap bagian, menemukan hubungan antarbagian, serta menyimpulkan atau merumuskan solusi dari permasalahan tersebut. Kemampuan ini dapat dikembangkan dengan membiasakan peserta didik untuk mengajukan atau menjawab pertanyaan, membuat asumsi, dan berani mengambil keputusan.

2.1.1.2 Indikator Keterampilan Berpikir Analitis

Menurut Anderson & Krathwohl (2001), indikator keterampilan berpikir analitis meliputi beberapa aspek yang terdapat pada tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Indikator Keterampilan Berpikir Analitis

Indikator	Deskripsi
Membedakan (<i>Differentiating</i>)	Kemampuan membedakan merupakan keterampilan untuk memilah dan mengelompokkan bagian-bagian dalam suatu struktur berdasarkan relevansi dan kepentingannya, sehingga perhatian terarah pada informasi yang dianggap penting.
Mengorganisasikan (<i>Organizing</i>)	Kemampuan mengorganisasikan merupakan proses memilih komponen yang relevan dan memahami bagaimana komponen tersebut membentuk struktur yang runtut dan teratur sehingga menjadi kerangka pengetahuan yang lebih utuh.
Mengatribusikan (<i>Attributing</i>)	Kemampuan mengatribusikan merupakan proses menelusuri sudut pandang, pendapat, nilai, atau maksud yang menjadi dasar informasi yang disajikan.

Sumber: Anderson & Krathwohl (2001)

Sejalan dengan Fitriani *et al.*, (2021) yang mengungkapkan bahwa indikator keterampilan berpikir analitis terdiri dari:

a. Membedakan

Kegiatan membedakan dapat ditunjukkan melalui aktivitas memilah atau menyusun sesuatu ke dalam bagian-bagian tertentu, menyampaikan hasil pengelompokan tersebut dalam forum diskusi, menggunakan konsep yang telah

dimiliki untuk menyelesaikan permasalahan, serta memperkirakan kemungkinan jawaban berdasarkan pemahaman konsep yang ada.

b. Mengorganisasikan

Kegiatan mengorganisasikan merupakan proses sadar dalam menata serta mengelola berbagai unsur agar terbentuk suatu kesatuan yang terstruktur dan menyeluruh. Untuk menguasai kemampuan tersebut, peserta didik diarahkan untuk merancang ide atau gagasan beserta tahapan pengorganisasiannya, sehingga ketika menyusun atau mengatur sesuatu mereka tidak mengalami kebingungan karena telah memiliki rancangan konsep sebelumnya.

c. Menghubungkan

Kegiatan menghubungkan merupakan aktivitas menghubungkan suatu konsep dengan konsep lain yang memiliki keterkaitan atau hubungan relevan.

Berdasarkan pendapat yang telah dijelaskan oleh beberapa ahli dapat dirumuskan bahwa indikator keterampilan berpikir analitis meliputi membedakan, yaitu menelaah informasi atau permasalahan yang ada lalu memilah bagian-bagian yang dianggap penting dan relevan; mengorganisasi, yakni menyusun serta mengelompokkan potongan informasi atau persoalan secara detail agar lebih sistematis dan menyeluruh; serta mengatribusikan, yaitu menentukan suatu sudut pandang dari permasalahan yang disajikan dengan mengaitkan satu informasi atau permasalahan dengan lainnya hingga akhirnya dapat ditarik suatu kesimpulan.

2.1.2 Literasi Sains

2.1.2.1 Pengertian Literasi Sains

Istilah literasi sains pertama kali diperkenalkan oleh Paul De Hurt dari *Stanford University* pada tahun 1958 (Rudolph, 2024). Menurut Hurt literasi sains didefinisikan sebagai tindakan memahami sains dan menerapkannya pada kebutuhan masyarakat (Busch & Rajwade, 2024). Peningkatan literasi sains penting untuk mengembangkan kemampuan menggunakan sains secara kreatif dan bertanggung jawab, guna menyelesaikan masalah sehari-hari dan membuat keputusan yang tepat kehidupan pribadi dan kehidupan bermasyarakat (Holbrook & Rannikmae, 2009).

Salah satu lembaga yang memberikan kajian literasi sains adalah *Programme for International Student Assessment (PISA)*, yang diselenggarakan oleh *Organization for Economic Cooperation and Development (OECD)*. Menurut PISA 2022, literasi sains adalah kemampuan peserta didik untuk berinteraksi dengan berbagai persoalan dan gagasan yang berkaitan dengan sains (OECD, 2023). Sejalan dengan pendapat tersebut, menurut Triwibowo *et al.*, (2021) literasi sains merupakan kemampuan individu dalam memanfaatkan pengetahuan serta cara berpikir ilmiah untuk menemukan solusi atas suatu permasalahan.

Menurut Gormally *et al.*, (2012) menyatakan bahwa literasi sains merupakan kecakapan untuk membedakan informasi ilmiah dengan jenis informasi lainnya, menilai serta memahami penerapan metode penelitian ilmiah, mengidentifikasi dan mengkaji proses penyelidikan sains, serta memiliki kemampuan dalam menyusun, menganalisis, dan menafsirkan data kuantitatif maupun informasi yang berhubungan dengan sains. Literasi sains dapat dipahami sebagai kemampuan individu untuk berinteraksi dengan gagasan serta pengetahuan ilmiah, yang berperan dalam membangun keterampilan peserta didik dalam menafsirkan dan menilai data hasil penyelidikan ilmiah, sekaligus mendukung mereka dalam mengambil keputusan terkait fenomena alam, aktivitas manusia, dan perkembangan teknologi (Uslan *et al.*, 2024).

Dengan demikian, merujuk pada pendapat sejumlah ahli yang telah dipaparkan, dapat disimpulkan literasi sains dapat merupakan keterampilan yang dimiliki oleh individu dalam memanfaatkan pengetahuan sains yang dimilikinya untuk mengatasi permasalahan melalui proses identifikasi serta analisis faktor penyebab, sehingga persoalan tersebut dapat diselesaikan. Pentingnya kemampuan literasi sains perlu ditanamkan pada generasi muda agar mereka siap dalam menghadapi dan menyelesaikan berbagai permasalahan yang muncul.

2.1.2.2 Indikator Literasi Sains

Literasi sains dapat diukur melalui tes yang memenuhi dua indikator utama yang selanjutnya dijabarkan menjadi sembilan subindikator, sehingga penilaian kemampuan peserta didik dapat dilakukan secara lebih terarah. Menurut Gormally *et al.*, (2012) indikator literasi sains termuat pada tabel 2.2 sebagai berikut:

Tabel 2. 2 Indikator Literasi Sains

No.	Indikator Literasi Sains	Sub Indikator
I.	Memahami metode penyelidikan yang mengarah pada pengetahuan ilmiah	1. Mengidentifikasi argumen ilmiah yang valid
		2. Mengevaluasi validitas sumber
		3. Mengevaluasi penggunaan dan penyalahgunaan informasi ilmiah
		4. Memahami elemen-elemen desain penelitian dan bagaimana pengaruhnya terhadap temuan/ kesimpulan ilmiah
II.	Mengorganisasikan, menganalisis, dan menginterpretasikan data kuantitatif dan informasi ilmiah	5. Membuat representasi grafis dari data
		6. Membaca dan menafsirkan representasi grafis dari data
		7. Memecahkan masalah menggunakan keterampilan kuantitatif termasuk probabilitas dan statistik
		8. Memahami dan menginterpretasikan statistik dasar
		9. Justifikasi inferensi, prediksi, dan kesimpulan berdasarkan data kuantitatif

Sumber: Gormally *et al.*, (2012)

Berdasarkan uraian penjelasan di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa indikator literasi sains berperan sebagai acuan dalam menilai tingkat literasi sains peserta didik. Indikator ini juga dapat dimanfaatkan oleh guru maupun peneliti sebagai dasar untuk melakukan evaluasi terhadap keterampilan literasi sains yang dimiliki peserta didik.

2.1.3 Model Pembelajaran *Problem Based Learning*

2.1.3.1 Pengertian *Problem Based Learning*

Problem based learning merupakan pendekatan pembelajaran yang berfokus pada peserta didik, di mana mereka mempelajari suatu topik melalui upaya menemukan solusi terhadap permasalahan yang bersifat terbuka (Zulfa *et al.*, 2022). Model *problem based learning* adalah pendekatan pembelajaran yang efektif dengan menggunakan isu nyata sebagai rangsangan bagi peserta didik untuk mengembangkan kemampuan berpikir dan menyelesaikan masalah (Hafizah & Nurhaliza, 2021). Model *problem based learning* menitikberatkan pada permasalahan dan pertanyaan sebagai inti pembelajaran, sehingga mendorong

peserta didik untuk menyelesaikan masalah dengan menerapkan konsep dan prinsip yang relevan dengan literasi sains yang membantu peserta didik menemukan solusi (Widiana *et al.*, 2020).

Menurut Arends (2012) inti dari *problem based learning* adalah menghadirkan situasi masalah yang autentik dan bermakna kepada peserta didik sebagai langkah awal untuk melakukan penyelidikan dan penelusuran lebih lanjut. Sependapat dengan Smith *et al.*, (2022) yang menyatakan bahwa model *problem based learning* yang menggunakan masalah sebagai konteks pembelajaran menuntut peserta didik untuk berpikir secara mendalam untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi beberapa solusi serta menerapkan pemikiran yang strategis sebagai penyelesaian masalah, sehingga menghadirkan pembelajaran yang tepat sasaran dan bermakna bagi peserta didik.

Berdasarkan beberapa pendapat ahli yang telah dikemukakan, dapat disimpulkan bahwa model *problem based learning* adalah pendekatan pembelajaran yang mengarahkan peserta didik untuk terlibat langsung dalam menganalisis permasalahan dan pemecahan masalah nyata yang terbuka, sehingga mereka dapat membangun pengetahuan secara mandiri. Melalui masalah yang autentik dan relevan, peserta didik didorong untuk berpikir mendalam dan strategis dalam mencari serta mengevaluasi berbagai kemungkinan solusi. Proses ini mendorong kemandirian, meningkatkan rasa percaya diri, serta membekali peserta didik dengan kemampuan yang dibutuhkan untuk menghadapi tantangan di dunia nyata.

2.1.3.2 Karakteristik Model *Problem Based Learning*

Menurut Arends (2012:397) mengemukakan terkait karakteristik model *problem based learning* adalah sebagai berikut:

- 1) Permasalahan yang disajikan merupakan isu-isu yang diangkat dari kehidupan nyata, sehingga memungkinkan peserta didik untuk merumuskan pertanyaan-pertanyaan relevan mengenai isu tersebut serta mengeksplorasi beragam cara penyelesaian untuk mengatasi permasalahan.

- 2) Aktivitas pembelajaran yang dilakukan peserta didik bersifat investigasi autentik dan selaras dengan metode ilmiah.
- 3) Hasil akhir berupa solusi yang dapat disajikan menjadi suatu karya dari permasalahan yang telah teratasi, kemudian dapat dibagikan secara luas oleh peserta didik.
- 4) Peserta didik terlibat dalam kolaborasi tim dan saling mendorong satu sama lain dalam menangani isu yang dibahas, yang pada akhirnya membantu membangun kemampuan berinteraksi sosial.

Beberapa karakteristik model *problem based learning* menurut Indriani & Gularso (2022) yaitu penggunaan masalah nyata sebagai dasar pembelajaran, proses belajar diawali dengan pemberian sebuah masalah nyata, yang kemudian harus peserta didik menyelesaikannya, serta pembelajaran ini bisa dilakukan secara kelompok maupun individu, sehingga mendorong peserta didik untuk lebih aktif dan kreatif. Prismayadi & Choirunnisa (2024) menambahkan bahwa model *problem based learning* menghadirkan permasalahan yang bersifat umum dan tidak selalu berkaitan dengan isu-isu sosial.

Berdasarkan uraian penjelasan di atas, dapat disimpulkan bahwa karakteristik dari model *problem based learning* yaitu permasalahan disajikan di awal pembelajaran, masalah yang digunakan berupa isu nyata namun bersifat umum dan tidak selalu berkaitan dengan isu sosial, peserta didik melakukan investigasi autentik, peserta didik dapat menghasilkan sebuah solusi, serta peserta didik terlibat dalam kolaborasi tim sehingga lebih aktif dan kreatif.

2.1.3.3 Sintaks Model *Problem Based Learning*

Menurut Arends (2012: 411) terdapat lima sintaks pada model *problem based learning* yaitu terdapat pada tabel 2.3 sebagai berikut:

Tabel 2. 3 Sintaks Model *Problem Based Learning*

Fase	Peran Guru
Fase 1: Orientasi peserta didik pada masalah	Guru menyampaikan tujuan pembelajaran, menjelaskan kebutuhan yang diperlukan, serta

	memberi dorongan agar peserta didik berpartisipasi dalam pemecahan masalah.
Fase 2: Mengorganisasikan peserta didik untuk belajar	Guru membantu peserta didik merumuskan dan menyusun tugas-tugas pembelajaran yang berkaitan dengan permasalahan yang ada.
Fase 3: Membimbing penyelidikan individu maupun kelompok	Guru memfasilitasi peserta didik untuk menghimpun informasi dan menemukan penjelasan dan alternatif solusi.
Fase 4: Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	Guru mendampingi peserta didik dalam menyusun produk pembelajaran, seperti laporan, model, atau media lain, kemudian membantu mereka mempresentasikannya.
Fase 5: Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	Guru mengarahkan peserta didik untuk meninjau kembali hasil penyelidikan sekaligus mengevaluasi langkah-langkah yang telah ditempuh.

Sumber: Arends (2012)

Adapun tahapan tahapan pembelajaran, yang mencakup aktivitas guru dan peserta didik dalam penerapan model *problem based learning* menurut Zainal (2022) disajikan pada tabel 2.4.

Tabel 2. 4 Peran Guru dan Peserta Didik dalam Model *Problem Based Learning*

Tahap	Peran Guru	Peran Peserta Didik
Mengorientasikan peserta didik pada masalah	Guru menyajikan permasalahan yang harus dipecahkan bersama dalam kelompok. Masalah yang diberikan sebaiknya dekat dengan kehidupan nyata.	Peserta didik mengamati serta mencoba memahami permasalahan yang diberikan guru atau yang tersedia melalui bahan bacaan yang disarankan.
Mengorganisasi peserta didik untuk belajar	Guru memastikan setiap anggota kelompok mengetahui dan memahami perannya masing-masing.	Peserta didik melakukan diskusi dan membagi peran untuk mencari data, informasi, maupun alat yang diperlukan dalam menyelesaikan masalah.
Membimbing penyelidikan kelompok maupun individu	Guru memantau keterlibatan peserta didik dalam proses pengumpulan	Peserta didik melaksanakan penyelidikan baik secara mandiri maupun berkelompok dengan mencari referensi atau

	data atau informasi selama kegiatan berlangsung.	sumber yang relevan untuk bahan diskusi.
Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	Guru mendampingi jalannya diskusi serta membimbing penyusunan laporan hingga hasil kerja kelompok siap dipresentasikan.	Kelompok menyusun solusi terhadap masalah yang diteliti serta menyiapkan laporan dan produk yang akan dipresentasikan.
Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	Guru membimbing jalannya presentasi serta memfasilitasi diskusi antar kelompok agar terjadi saling memberi masukan.	Setiap kelompok memaparkan hasil kerjanya, sementara kelompok lain memberikan komentar, saran, atau pertanyaan. Setelah itu peserta didik mengerjakan evaluasi secara individu maupun kelompok berdasarkan masukan yang diperoleh.

Sumber: Zainal (2022)

Berdasarkan penjelasan di atas, pada penelitian ini sintaks model *Problem Based Learning* (PBL) mencakup lima tahapan, yaitu orientasi pada masalah, pengorganisasian peserta didik, pembimbingan penyelidikan baik secara individu maupun kelompok, penyajian hasil, serta analisis dan evaluasi proses pemecahan masalah. Dalam penerapannya, guru berperan sebagai fasilitator yang memantau aktivitas peserta didik, mengarahkan pencarian informasi, serta membantu pemahaman melalui pertanyaan-pertanyaan yang diajukan.

2.1.3.4 Kelebihan Model *Problem Based Learning*

Model *problem based learning* merupakan salah satu model yang memiliki berbagai kelebihan dibandingkan dengan model pembelajaran lain. Menurut Dulyapit *et al.*, (2023) beberapa keunggulan dari model pembelajaran *problem based learning* meliputi peningkatan hasil belajar peserta didik, membiasakan peserta didik dalam menghadapi dan menyelesaikan masalah sehari-hari, mengasah kemampuan peserta didik untuk berinisiatif, berkreasi, dan berinovasi, mengembangkan pengetahuan, keterampilan, dan kemampuan bekerja sama dalam tim secara efektif.

Sejalan dengan pendapat tersebut, menurut Miftahurrohmah & Wahjudi (2023) kelebihan dari model pembelajaran *problem based learning* yaitu peserta didik lebih mudah memahami materi yang disampaikan oleh guru karena materi tersebut terkait langsung dengan penerapan dalam kehidupan sehari-hari dan peserta didik menjadi lebih aktif dalam berpartisipasi saat menghadapi dan menyelesaikan masalah yang diberikan. Kelebihan model *problem based learning* terletak pada kemampuannya untuk meningkatkan motivasi, keterlibatan, dan kreativitas peserta didik dalam proses pembelajaran (Watie *et al.*, 2023).

Berdasarkan uraian pendapat di atas, dapat disimpulkan bahwa model *problem based learning* memiliki kelebihan yaitu dapat membiasakan peserta didik memahami materi dengan menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari, mengasah kemampuan dan keterampilan peserta didik, mengembangkan pengetahuan dan kerja sama tim, peserta didik menjadi lebih aktif, meningkatkan motivasi, keterlibatan, dan kreativitas peserta didik yang pada akhirnya berdampak positif pada peningkatan hasil belajar peserta didik. Model ini turut mendorong peserta didik untuk membangun pengetahuan baru serta mengambil tanggung jawab atas proses belajar mereka sendiri.

2.1.3.5 Kekurangan Model *Problem Based Learning*

Meskipun memiliki berbagai kelebihan, model *problem based learning* juga memiliki kekurangan ataupun keterbatasan dalam pelaksanaannya. Menurut Dulyapit *et al.*, (2023) model *problem based learning* memiliki beberapa kekurangan, diantaranya yaitu peserta didik sering merasa kurang percaya diri sehingga ragu untuk mencoba, kesulitan dalam menentukan strategi atau metode untuk menyelesaikan masalah yang dihadapi, serta dalam proses belajarnya untuk menentukan dan menemukan solusi yang tepat memerlukan waktu yang cukup lama. Model *problem based learning* menyajikan permasalahan yang bersifat umum dan tidak selalu berfokus pada isu sosial tertentu, serta cenderung tidak dikaji secara mendalam dari berbagai sudut pandang maupun lintas disiplin ilmu (Prismayadi & Choirunnisa, 2024).

Adapun menurut Akinoğlu & Tandoğan (2007) kekurangan dari model *problem based learning* yaitu guru berpeluang mengalami kesulitan dalam mengubah gaya mengajar, peserta didik memerlukan waktu lebih lama untuk menyelesaikan masalah saat situasi tersebut pertama kali diperkenalkan di kelas, kelompok atau individu dapat menyelesaikan tugasnya dengan waktu yang berbeda, baik lebih cepat maupun lebih lambat, pembelajaran berbasis masalah membutuhkan materi yang kaya dan dukungan penelitian yang memadai, serta penerapan model pembelajaran ini tergolong menantang untuk diterapkan di seluruh kelas dan juga sulit dalam proses penilaiannya.

Berdasarkan uraian pendapat di atas, dapat disimpulkan bahwa model *Problem Based Learning* memiliki beberapa kekurangan. Upaya untuk mengatasi hal ini ketika pengambilan data di lapangan yaitu dengan cara membangun suasana belajar yang mendukung dan memberikan motivasi agar peserta didik lebih percaya diri, memberikan bimbingan bertahap melalui pertanyaan pemicu atau contoh sederhana agar mereka lebih terarah dalam mencari solusi, serta mengatur alokasi waktu dan tahapan kegiatan pembelajaran secara efektif agar proses belajar tetap efisien, pada tahap awal juga guru dapat memberikan pendampingan lebih intens, menetapkan batas waktu yang jelas bagi setiap kelompok, merokemendasikan sumber belajar yang relevan.

2.1.4 Socio-Scientific Issues

2.1.4.1 Pengertian Socio-Scientific Issues

Socio-scientific issues adalah masalah sosial yang berkaitan dengan sains, bersifat kontroversial, tidak memiliki satu jawaban pasti, dan bisa diselesaikan dengan beberapa pilihan solusi yang sama-sama masuk akal (Sadler, 2011). Dalam perkembangannya, *socio-scientific issues* berada pada ranah keterkaitan antara sains dan kehidupan bermasyarakat (Khozin *et al.*, 2020). Pembelajaran berbasis *socio-scientific issues* merupakan pendekatan yang menghubungkan sains dengan isu-isu sosial di lingkungan masyarakat guna mengembangkan kemampuan berpikir, komunikasi, sikap sosial, kepedulian, dan partisipasi peserta didik (Siska *et al.*, 2020). Pendekatan ini berfokus pada persoalan nyata di masyarakat, misalnya

terkait lingkungan, kesehatan, teknologi, maupun energi, yang dipelajari dan ditelaah dengan landasan ilmu pengetahuan (Oktaviyanti *et al.*, 2025).

Socio-scientific issues mampu mengarahkan peserta didik untuk menyelesaikan masalah sosial melalui proses identifikasi dan analisis solusi dengan memanfaatkan berbagai disiplin ilmu (Lubis *et al.*, 2022). Penerapan pendekatan tersebut dapat menekankan pada kemampuan peserta didik untuk berpikir ilmiah, menganalisis suatu isu, menelaah fenomena sains, serta mengkaji bukti-bukti ilmiah (Hikami *et al.*, 2025). Dengan demikian, pembelajaran berbasis *socio-scientific issues* tidak hanya memperluas pemahaman ilmiah peserta didik, tetapi juga melatih mereka untuk lebih peka dan bertanggung jawab terhadap persoalan sosial di sekitarnya.

Berdasarkan uraian penjelasan tersebut, dapat disimpulkan bahwa *socio-scientific issues* adalah pendekatan pembelajaran yang memanfaatkan persoalan sosial yang berkaitan dengan sains dan relevan dengan kehidupan sehari-hari serta kondisi lingkungan sekitar. Penerapannya diharapkan mampu menjadikan pembelajaran lebih bermakna sekaligus relevan dengan kehidupan sehari-hari. Melalui pendekatan ini, peserta didik dapat terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran. Maka dari itu, pembelajaran berbasis *socio-scientific issues* bertujuan untuk mendorong peserta didik untuk mengambil keputusan sekaligus menelaah permasalahan yang berkaitan dengan aspek moral.

2.1.4.2 Karakteristik Socio-Scientific Issues

Menurut Ratcliffe & Grace (2003) menyatakan bahwa persoalan yang diangkat dalam pembelajaran berbasis *socio-scientific issues* memiliki karakteristik sebagai berikut:

- 1) Memiliki dasar di bidang sains.
- 2) Melibatkan pembentukan opini dan mengambil keputusan, baik sendiri maupun bersama.
- 3) Sering muncul di berita atau media.
- 4) Informasi yang ada tidak selalu lengkap atau kontradiktif.

- 5) Ruang lingkup permasalahannya dapat berada di tingkat lokal, nasional, atau bahkan global.
- 6) Mengandung dilema moral serta melibatkan penalaran nilai dan etika.
- 7) Cenderung memerlukan pemahaman probabilitas dan risiko.

Sejalan dengan pendapat tersebut, Menurut Zeidler (2014) berpendapat bahwa pembelajaran berbasis *socio-scientific issues* memiliki karakteristik utama yaitu:

- 1) Menggunakan masalah yang dekat dengan kehidupan peserta didik, bersifat kontroversial, dan tidak terstruktur sehingga membutuhkan pemahaman untuk mengambil keputusan yang berkaitan dengan isu tersebut.
- 2) Mengangkat topik sains yang berdampak pada kehidupan sosial sehingga mendorong peserta didik untuk terlibat dalam berdialog, berdiskusi, berdebat, dan berargumentasi.
- 3) Melibatkan nilai etika secara implisit atau eksplisit.
- 4) Menekankan pembentukan sikap, nilai, dan karakter sebagai tujuan pembelajaran jangka panjang.

Berdasarkan pernyataan yang dikemukakan oleh para ahli, maka dapat disimpulkan bahwa *socio-scientific issues* memiliki karakteristik yang terdiri dari memiliki dasar di bidang sains, melibatkan pembentukan opini dan keputusan, sering muncul di berita atau media, menggunakan masalah yang bersifat kontroversial, ruang lingkup permasalahannya dapat berada dimensi lokal, nasional, dan global, mengandung dilema moral serta melibatkan penalaran nilai dan etika, mendorong peserta didik untuk terlibat dalam berdialog, berdiskusi, berdebat, dan berargumentasi, memerlukan pemahaman probabilitas dan risiko, serta menekankan pembentukan sikap, nilai, dan karakter sebagai tujuan pembelajaran jangka panjang.

2.1.4.3 Tahapan Pembelajaran Berbasis *Socio-Scientific Issues*

Dalam praktiknya, menurut Sadler (2011:361) pembelajaran berbasis SSI dapat dijalankan melalui lima langkah yaitu sebagai berikut:

- 1) *Problem Analysis*, pada langkah ini peserta didik diperkenalkan permasalahan *Socio-Scientific Issues* melalui laporan media atau sumber lain yang relevan sebagai gambaran awal masalah yang akan dikaji.
- 2) *Clarification of the Science*, pada langkah ini guru berperan untuk membantu peserta didik menelaah permasalahan *Socio-Scientific Issues* yang ditinjau dari sudut pandang keilmuan sesuai dengan konsep-konsep yang sudah dipelajari.
- 3) *Refocus on the Socio Scientific Dilemma*, pada langkah ini peserta didik memfokuskan atensinya terhadap permasalahan *Socio-Scientific Issues*, yang berpotensi memicu perdebatan atau kontroversi.
- 4) *Role Playing Task*, pada langkah ini peserta didik terlibat aktif dalam proses diskusi kelompok, presentasi, ataupun debat mengenai isu yang sedang dipelajari.
- 5) *Meta-reflective Activity*, pada langkah ini peserta didik melakukan refleksi menyeluruh atas pengalaman belajar, menghubungkan kembali dengan isu sosial yang dibahas, sekaligus menautkannya dengan konsep ilmiah.

2.1.4.4 Penerapan Model *Problem Based Learning* berbasis *Socio-Scientific*

Issues

Model *problem based learning* yang mengintegrasikan *socio-scientific issues* memungkinkan peserta didik berinteraksi dengan masalah nyata di lingkungan sekitar yang membawa konsekuensi sosial dan ilmiah, sekaligus memacu mereka untuk mengevaluasi dan menelaah berbagai sisi dari masalah tersebut secara mendalam (Aisy *et al.*, 2024). Penerapan *problem based learning* berpendekatan *socio-scientific issues* dapat mendorong peserta didik berpikir secara komprehensif sekaligus membangun pemahaman yang diperlukan agar mampu mengambil keputusan terhadap permasalahan sosial di masyarakat (Fitroty *et al.*, 2023). Maka dari itu, model ini dapat membantu peserta didik mengaitkan konsep sains dengan persoalan yang terjadi di lingkungan sekitarnya.

Pembelajaran yang menerapkan model *problem based learning* berbasis *socio-scientific issues* di tingkat SMA, terbukti bahwa pendekatan ini mampu menumbuhkan keaktifan peserta didik dalam menyelidiki informasi, menganalisis

berbagai alternatif solusi secara logis, serta menunjukkan antusiasme tinggi dalam kegiatan diskusi (Handayani, 2024). Sejalan dengan hasil penelitian Wilsa *et al.*, (2017) yang menyatakan bahwa penerapan model *problem based learning* berbasis *socio-scientific issues* pada materi keanekaragaman hayati di jenjang SMA dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis, komunikasi tertulis dan verbal, serta hasil belajar kognitif peserta didik, yang ditunjukkan dengan nilai posttest kelas eksperimen memperoleh hasil yang lebih baik dibandingkan dengan kelas kontrol. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa *problem based learning* berbasis *socio-scientific issues* berpotensi meningkatkan kemampuan kognitif dalam memahami permasalahan kontekstual yang ada di lingkungan sekitar peserta didik.

Adapun tahapan model *problem based learning* berbasis *socio-scientific issues* dapat dilihat pada tabel 2.5 berikut:

Tabel 2. 5 Langkah PBL berbasis SSI

Sintaks/Tahapan Kegiatan	Uraian Kegiatan
Orientasi peserta didik pada masalah (<i>Problem analysis</i>)	Pada tahap ini guru memperkenalkan masalah <i>socio-scientific issues</i> yang dikaji dari berbagai aspek sosial dan ilmiah sehingga peserta didik termotivasi untuk memahami konteks masalah dan mengaitkannya dengan pengetahuan yang relevan.
Mengorganisasikan peserta didik untuk belajar	Pada tahap ini guru membantu peserta didik membentuk kelompok pro dan kontra secara acak untuk mengorganisir masalah <i>socio-scientific issues</i> yang diberikan agar tetap sesuai dengan ruang lingkup materi yang dibahas serta sejalan dengan tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan.
Membimbing penyelidikan individu maupun kelompok (<i>Clarification of the science</i> dan <i>Refocus on the socio-scientific dilemma</i>)	Pada tahap ini peserta didik melakukan investigasi untuk mengumpulkan informasi dan menganalisis data terkait masalah <i>socio-scientific issues</i> yang diberikan. Guru juga membimbing peserta didik untuk menelusuri informasi dari berbagai sumber belajar atau referensi yang kredibel, seperti internet, buku, maupun artikel, yang berkaitan dengan <i>socio-scientific issue</i> yang sedang dikaji.
Mengembangkan dan menyajikan hasil karya (<i>Role-playing task</i>)	Pada tahap ini, guru berperan dalam membimbing peserta didik untuk mempersiapkan dan mempresentasikan hasil pemecahan masalah dalam bentuk karya yang

	relevan, seperti laporan, video, atau model, yang dilengkapi dengan data dan fakta yang telah dikumpulkan pada tahap sebelumnya. Selanjutnya, kelompok pro dan kontra yang telah dibentuk sebelumnya dapat memberikan tanggapan, masukan, atau saran dari berbagai sudut pandang, baik sosial maupun ilmiah, terhadap kelompok yang mempresentasikan hasilnya, sehingga seluruh peserta didik dapat berpartisipasi aktif dalam diskusi.
Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah (<i>Meta-reflective activity</i>)	Pada tahap ini, peserta didik meninjau kembali informasi yang telah dikumpulkan untuk mengidentifikasi temuan yang berkaitan dengan <i>socio-scientific issues</i> serta menilai sejauh mana solusi yang telah dikembangkan efektif dalam menyelesaikan permasalahan tersebut sebagai bentuk refleksi. Guru juga memberikan penguatan terhadap materi yang berkaitan dengan <i>socio-scientific issues</i> serta meluruskan informasi atau jawaban yang kurang tepat yang muncul selama presentasi.

Sumber: Dikembangkan dari Arends (2012), Sadler (2011), dan (Khairrunisa *et al.*, 2025)

2.1.4.5 Hubungan antara Model PBL Berbasis *Socio-Scientific Issues* dengan Keterampilan Berpikir Analitis dan Literasi Sains

Model *problem based learning* menempatkan peserta didik pada situasi permasalahan nyata sejak awal pembelajaran (Ardianti *et al.*, 2021). Integrasi pendekatan *socio-scientific issues* ke dalam model *problem based learning* dapat memperkaya konteks pembelajaran dengan mengaitkan konsep-konsep sains pada persoalan sosial yang dekat dengan kehidupan peserta didik (Sahfitri *et al.*, 2025). Melalui penerapan *socio-scientific issues*, peserta didik tidak hanya memahami konsep ilmiah, tetapi juga diajak mengenali berbagai masalah sosial serta mencari alternatif solusi dengan mempertimbangkan pandangan dari berbagai disiplin ilmu (Lubis *et al.*, 2022). Dengan demikian, model *problem based learning* berbasis *socio-scientific issues* mampu mendorong keterlibatan aktif peserta didik dalam kegiatan seperti membaca sumber, menulis, menganalisis, dan merumuskan solusi

atas tantangan ilmiah yang berdampak pada masyarakat (Prismayadi & Choirunnisa, 2024).

Melalui tahapan *problem based learning* yang menekankan proses penyelidikan dan pemecahan masalah nyata, peserta didik berlatih mengidentifikasi masalah, mengumpulkan informasi, serta mengevaluasi berbagai alternatif solusi secara logis. Ketika pendekatan *socio-scientific issues* diintegrasikan ke dalam setiap tahap *problem based learning*, proses tersebut semakin memperkuat keterampilan berpikir analitis, karena peserta didik terdorong untuk mencari kebenaran, berpikiran terbuka terhadap beragam sudut pandang, dan menimbang setiap solusi dengan bijaksana (Zeidler & Nichols, 2009). Isu-isu sosio-ilmiah yang kompleks dan kontroversial mendorong peserta didik untuk berpartisipasi aktif dalam menelaah persoalan sosial yang tidak memiliki jawaban tunggal (Kurniawan *et al.*, 2024) sehingga kemampuan peserta didik dalam menganalisis hubungan sebab akibat dari setiap permasalahan yang disajikan akan semakin terasah.

Keterampilan berpikir analitis menjadi salah satu keterampilan berpikir tingkat tinggi yang dapat menjadi jembatan dalam peningkatan literasi sains peserta didik (Thahir *et al.*, 2021). Literasi sains sebagai kemampuan peserta didik untuk memahami konsep ilmiah, menilai bukti, dan menerapkannya dalam konteks kehidupan sehari-hari (Sanjiartha *et al.*, 2024). Literasi sains peserta didik berkembang melalui proses berpikir analitis yang diasah ketika peserta didik dihadapkan pada masalah sosial ilmiah dan dituntut untuk mengumpulkan data, mengevaluasi alternatif solusi, serta menarik kesimpulan secara logis. Melalui pengintegrasian *socio-scientific issues* dalam pembelajaran, peserta didik diarahkan untuk membentuk sikap etis serta menyadari keterkaitan sains dengan kehidupan bermasyarakat (Laksono *et al.*, 2023). Dengan demikian, model *problem based learning* berbasis *socio-scientific issues*, peserta didik mampu mengaitkan konsep ilmiah dengan konteks sosial dan mengambil keputusan berdasarkan data ilmiah, sehingga berpikir analitis peserta didik mendukung perkembangan literasi sains secara terpadu.

2.1.5 Deskripsi Materi Ekosistem

2.1.5.1 Definisi Ekosistem

Ekosistem merupakan suatu kesatuan yang mencakup seluruh organisme yang hidup dalam suatu wilayah, bersama dengan unsur-unsur fisik yang tak hidup di sekitarnya (Urry *et al.*, 2020). Menurut Hasanudin *et al.*, (2024) ekosistem adalah suatu sistem interaksi antara makhluk hidup dengan komponen lingkungannya, baik yang bersifat biotik maupun abiotik, di mana keduanya saling berhubungan dan keberadaannya sangat penting untuk menjaga kelestarian, keseimbangan, serta keharmonisan kehidupan. Sejalan dengan pendapat tersebut Rahayu *et al.*, (2025) menegaskan bahwa setiap makhluk hidup tidak bisa hidup terpisah, melainkan saling membutuhkan satu sama lain serta bergantung pada kondisi lingkungannya.

Berdasarkan berbagai penjelasan tersebut, dapat disimpulkan bahwa ekosistem adalah suatu sistem hubungan timbal balik yang memungkinkan kehidupan tetap berlangsung secara seimbang. Ekosistem bukan hanya sekadar kumpulan makhluk hidup dan lingkungannya, tetapi juga sebuah jaringan interaksi, di mana perubahan pada salah satu komponen dapat memengaruhi komponen lainnya.

2.1.5.2 Komponen Penyusun Ekosistem

Suatu ekosistem terdiri atas berbagai komponen yang saling berkaitan yang masing-masing komponen tersebut memiliki fungsi yang khas disebut dengan komponen penyusun ekosistem. Komponen penyusun ekosistem terbagi menjadi dua bagian diantaranya sebagai berikut:

1) Komponen Biotik

Komponen biotik merupakan keseluruhan makhluk hidup yang ada di muka bumi ini, termasuk tumbuhan dan hewan. Menurut Sandika (2021) jika dilihat berdasarkan fungsinya, komponen biotik yang terdapat dalam suatu ekosistem dibedakan dalam tiga kelompok utama yaitu:

a) Produsen

Produsen adalah organisme yang mampu mengubah zat-zat anorganik menjadi makanan. Biasanya, makhluk hidup dalam kelompok ini dapat melakukan

fotosintesis. Tumbuhan termasuk dalam kategori ini karena mereka memiliki klorofil yang memungkinkan mereka menjalankan proses fotosintesis.

b) Konsumen

Konsumen adalah kelompok organisme yang memperoleh energi dengan mengonsumsi zat organik atau makanan yang dihasilkan oleh produsen. Oleh karena itu, konsumen bersifat heterotrof. Organisme heterotrof selalu membutuhkan bahan organik dari organisme lain sebagai sumber energinya. Contohnya adalah konsumen primer, konsumen sekunder, dan konsumen tersier.

c) Pengurai

Pengurai, atau dekomposer, adalah organisme yang bertugas memecah sisa-sisa makhluk hidup yang telah mati. Mereka mengubah zat organik dari bangkai tersebut menjadi zat anorganik. Zat anorganik hasil penguraian ini kemudian dapat dimanfaatkan kembali oleh produsen untuk membuat zat organik atau makanan. Contoh organisme pengurai meliputi bakteri dan jamur.

2) Komponen Abiotik

Komponen abiotik adalah komponen lingkungan yang tidak hidup, meliputi unsur-unsur fisik maupun kimia (Sandika, 2021). Didukung oleh Urry *et al.*, (2020) yang menjelaskan bahwa apabila kondisi lingkungan fisik di suatu tempat tidak mendukung kelangsungan hidup dan reproduksi suatu spesies, maka spesies tersebut tidak akan ada di lokasi tersebut. Komponen abiotik terbagi menjadi beberapa bagian yaitu sebagai berikut:

a) Suhu

Suhu lingkungan sangat penting dalam menentukan distribusi organisme karena mempengaruhi proses biologis mereka. Organisme biasanya berfungsi optimal dalam rentang suhu tertentu, karena suhu yang terlalu rendah dapat menyebabkan sel pecah akibat pembekuan udara, dan suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan denaturasi protein. Beberapa hewan, seperti mamalia dan burung, mengeluarkan energi untuk mengatur suhu tubuh agar tetap stabil (Urry *et al.*, 2020).

b) Air dan Oksigen

Ketersediaan air yang berbeda di setiap habitat memengaruhi tempat hidup makhluk hidup. Hewan darat harus beradaptasi agar tidak kekurangan air. Sementara itu, hewan amfibi lebih sensitif terhadap kondisi kering karena kulitnya harus tetap lembap untuk membantu proses pernapasan. Di daerah gurun, banyak organisme memiliki cara khusus untuk menghemat penggunaan air.

Air juga memengaruhi jumlah oksigen. Oksigen di dalam air bergerak lebih lambat dibandingkan di udara, sehingga di laut dalam, danau yang dalam, atau tanah yang tergenang, jumlah oksigennya bisa sangat sedikit. Contohnya, akar mangrove memiliki bentuk khusus agar tetap bisa mendapatkan oksigen. Sebaliknya, air sungai biasanya kaya oksigen karena terus berinteraksi langsung dengan udara (Urry *et al.*, 2020).

c) Salinitas

Kadar garam di lingkungan dapat memengaruhi keseimbangan air dalam tubuh makhluk hidup melalui proses osmosis. Banyak hewan air hanya dapat hidup di air tawar atau air laut karena kemampuan mereka dalam mengatur keseimbangan air dan garam (osmoregulasi) masih terbatas. Sebagian besar organisme terestrial dapat mengeluarkan kelebihan garam dari kelenjar khusus atau melalui feses atau urine. Namun, konsentrasi garam di beberapa habitat itu tinggi sehingga hanya sedikit spesies tumbuhan atau hewan yang dapat bertahan hidup di sana (Urry *et al.*, 2020).

d) Cahaya Matahari

Cahaya matahari adalah sumber energi utama ekosistem. Kekurangan cahaya dapat membatasi tumbuhan fotosintesis. Di hutan, banyak tanaman bersaing mendapatkan cahaya karena tertutup daun. Di perairan, cahaya cepat berkurang seiring kedalaman, sehingga fotosintesis hanya banyak terjadi di dekat permukaan air (Urry *et al.*, 2020).

e) Tanah

Tanah menjadi tempat tinggal berbagai organisme, dan jenis tanah memengaruhi makhluk yang hidup di dalamnya. Selain itu, tanah menyediakan unsur hara penting untuk pertumbuhan, terutama bagi tumbuhan (Sandika, 2021).

2.1.5.3 Interaksi dalam Ekosistem

1) Kompetisi

Kompetisi merupakan interaksi yang menyebabkan persaingan antara dua individu. Kompetisi terjadi ketika keduanya memanfaatkan sumber daya yang sama sehingga dapat mengurangi peluang hidup dan berkembang biak masing-masing (Urry *et al.*, 2020). Kompetisi dapat menyebabkan spesies yang kalah bersaing menjadi tersisihkan, berpindah tempat, atau bahkan mati. Kompetisi dibedakan menjadi dua jenis, yaitu sebagai berikut.

a) Kompetisi intraspesifik, yaitu persaingan antarindividu dari spesies yang sama.

Contohnya adalah perebutan wilayah kekuasaan dan sumber daya makanan antara kijang satu dengan kijang yang lainnya.

b) Kompetisi interspesifik, yaitu persaingan antarindividu dari spesies yang berbeda. Contohnya adalah perebutan mangsa antara singa dengan hiena.

2) Predasi



Gambar 2. 1 Predasi (Laba-laba Memangsa Lalat)
Sumber: Kusumaningrum & Ridniar (2025)

Predasi adalah bentuk interaksi ketika suatu organisme (predator) memperoleh keuntungan dengan membunuh dan memakan organisme lain (mangsa) (Urry *et al.*, 2020). Sebaliknya, mangsa akan dirugikan karena berkurang peluang hidup dan berkembang biaknya. Hewan yang memangsa disebut predator, sedangkan yang dimakan disebut mangsa. Contohnya, laba-laba yang menangkap dan memakan lalat.

3) Simbiosis

Simbiosis adalah bentuk interaksi antara dua makhluk hidup yang hidup saling berdampingan (Zulyadain *et al.*, 2025). Hubungan ini dibagi menjadi tiga jenis, yaitu mutualisme, parasitisme, dan komensalisme.

(a) Simbiosis Mutualisme



Gambar 2. 2 Simbiosis Mutualisme
Sumber: Kusumaningrum & Ridniar (2025)

Mutualisme adalah interaksi yang saling menguntungkan bagi kedua makhluk hidup. Contohnya hewan yang menyerbuki bunga atau menyebarkan biji, hubungan jamur dengan akar tanaman (mikoriza), serta alga yang hidup bersama karang (Urry *et al.*, 2020).

(b) Simbiosis Parasitisme



Gambar 2. 3 Simbiosis Parasitisme
Sumber: Kusumaningrum & Ridniar (2025)

Parasitisme adalah interaksi ketika satu organisme (parasit) mengambil manfaat dari organisme lain (inang) sehingga merugikan inangnya. Parasit bisa hidup di dalam tubuh (endoparasit, misalnya cacing pita) atau di luar tubuh (ektoparasit, misalnya kutu dan caplak) (Urry *et al.*, 2020). Contohnya pada pohon mangga dan benalu yang di mana benalu dapat menyerap sari makanan pada

tumbuhan inang, sehingga pertumbuhan pohon mangga terhambat (Zulyadain *et al.*, 2025).

(c) Simbiosis Komensalisme

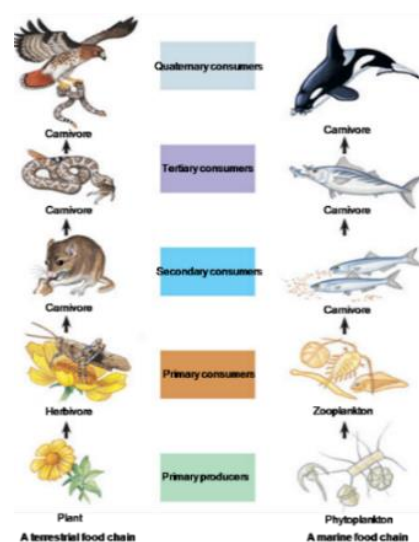


Gambar 2. 4 Simbiosis Komensalisme
Sumber: Kusumaningrum & Ridniar (2025)

Komensalisme adalah interaksi ketika satu spesies mendapat keuntungan, sementara spesies lain tidak dirugikan maupun diuntungkan. Menurut Urry *et al.*, (2020) contohnya adalah bunga liar yang tumbuh di lantai hutan mendapat manfaat dari teduhnya pepohonan, tetapi pepohonan tidak terpengaruh. Contoh lain adalah ikan remora yang hidup mengikuti ikan pari yang dapat dilihat pada gambar 4. Hal tersebut dikarenakan ikan remora ingin mendapatkan sisa-sisa makanan dari ikan pari juga terlindung dari pemangsanya. Adapun ikan pari tidak dirugikan.

2.1.5.4 Struktur Trofik

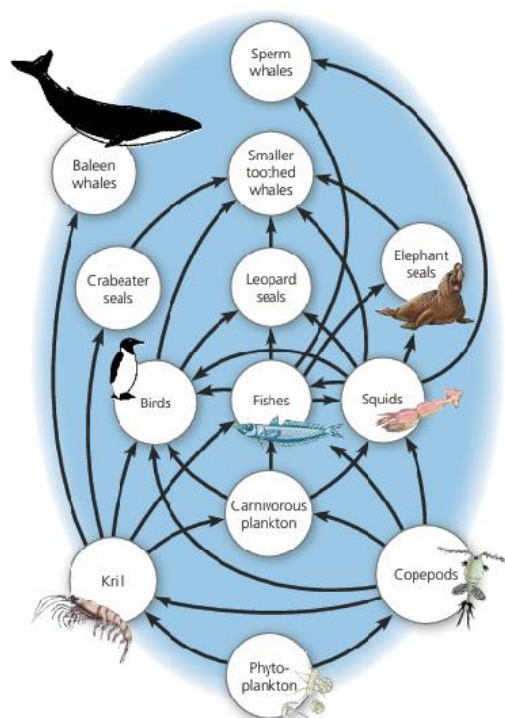
1) Rantai Makanan



Gambar 2. 5 Rantai Makanan
Sumber: Urry *et al.*, (2020)

Rantai makanan adalah peristiwa makan dan dimakan yang digambarkan secara skematis dalam bentuk garis lurus searah tidak bercabang. Sejalan dengan yang dikemukakan oleh Urry *et al.*, (2020) rantai makanan adalah perpindahan energi dari produsen (seperti tumbuhan) ke konsumen bertingkat, mulai dari herbivora hingga karnivora, lalu akhirnya ke pengurai. Setiap organisme menempati posisi tertentu dalam aliran energi ini yang disebut tingkat trofik yang dapat dilihat pada gambar 2.5. Dalam suatu ekosistem, tumbuhan adalah organisme yang menempati tingkat trofik pertama. Herbivor berperan sebagai konsumen primer, karnivor konsumen sekunder, dan seterusnya.

2) Jaring-jaring Makanan



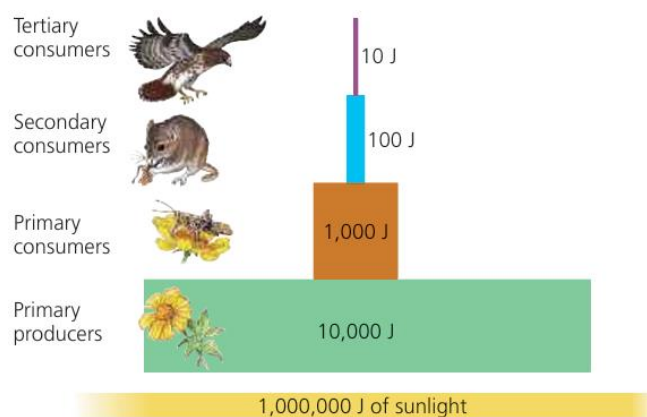
Gambar 2. 6 Jaring-jaring Makanan
Sumber: Urry *et al.*, (2020)

Jaring-jaring makanan adalah kumpulan rantai makanan yang saling terhubung karena dalam ekosistem satu organisme bisa dimakan oleh lebih dari satu pemangsa. Sejalan dengan pernyataan menurut Urry *et al.*, (2020) rantai makanan yang saling terhubung akan membentuk jaring-jaring makanan. Satu spesies bisa berada di lebih dari satu tingkat trofik. Misalnya rubah yang bersifat omnivora karena bisa memakan tumbuhan, hewan kecil, bahkan predator lain. Proses makan

dan dimakan biasanya tidak berlangsung secara lurus berurutan, melainkan membentuk hubungan yang lebih rumit hal ini dapat dilihat pada gambar 2.6.

3) Piramida Ekologi

Piramida ekologi adalah diagram berbentuk piramida yang menggambarkan hubungan antara tingkat trofik satu dengan tingkat trofik lainnya secara kuantitatif. Dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2. 7 Piramida Energi

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

a) Piramida Jumlah

Jumlah organisme dalam suatu rantai makanan cenderung berkurang seiring dengan meningkatnya tingkat trofik. Artinya, makhluk hidup yang berada pada tingkat trofik lebih rendah biasanya memiliki populasi yang lebih besar dibandingkan dengan yang berada pada tingkat trofik lebih tinggi (Sandika, 2021). Sejalan dengan Urry *et al.*, (2020) predator tingkat atas biasanya memiliki populasi yang sedikit, dan hal ini membuat mereka lebih mudah terancam punah serta mengalami konsekuensi evolusioner dari ukuran populasi yang kecil.

b) Piramida Energi

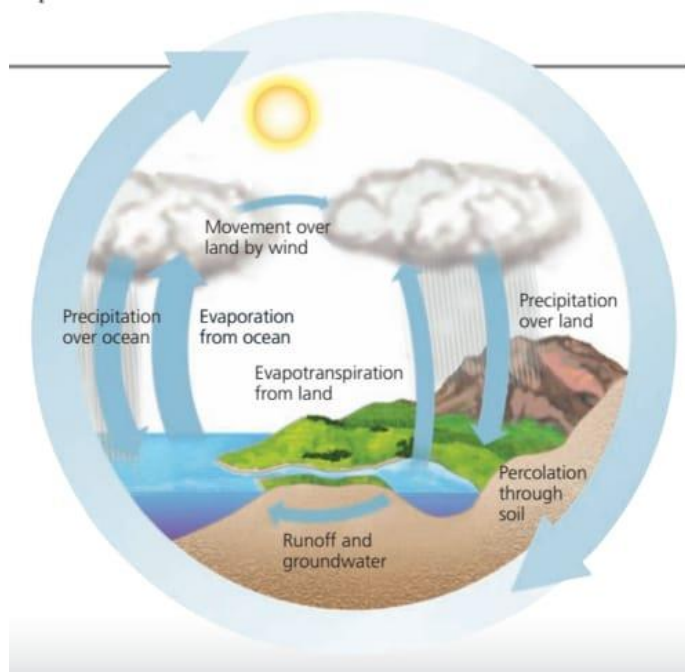
Energi yang tersedia di setiap tingkat trofik bergantung pada produksi primer bersih dan seberapa efisien energi dari makanan diubah menjadi biomassa pada setiap mata rantai. Apabila 10% energi berpindah dari produsen primer ke konsumen primer, lalu hanya 10% dari energi tersebut yang ditransfer ke konsumen sekunder, maka energi yang dapat dimanfaatkan konsumen sekunder hanyalah 1% dari produksi primer bersih (Urry *et al.*, 2020).

c) Piramida Biomassa

Biomassa adalah ukuran berat materi hidup di waktu tertentu. Piramida biomassa digunakan untuk menunjukkan massa total dari semua organisme dalam suatu habitat tertentu, yang biasanya diukur dalam satuan gram (Sandika, 2021). Piramida biomassa biasanya mengecil dari produsen primer ke karnivora puncak karena transfer energi yang tidak efisien. Akan tetapi, di ekosistem perairan bisa terjadi piramida terbalik, di mana konsumen primer lebih banyak daripada produsen. Kondisi ini terjadi karena fitoplankton cepat tumbuh dan dikonsumsi, sehingga meskipun biomassa mereka kecil, mereka mampu mendukung biomassa zooplankton yang lebih besar (Urry *et al.*, 2020).

2.1.5.5 Daur Biogeokimia

1) Siklus Air

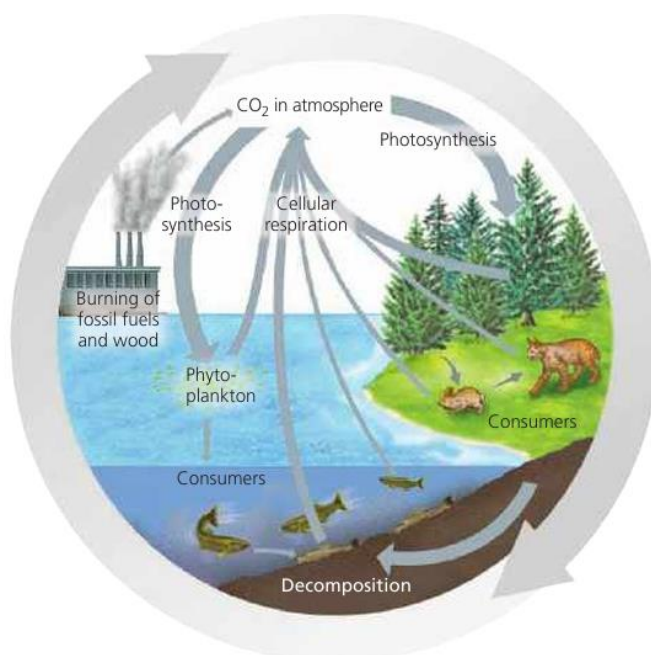


Gambar 2. 8 Siklus Air
Sumber: Urry *et al.*, (2020)

Air sangat penting untuk semua makhluk hidup. Ketersediaan air memengaruhi jalannya ekosistem, misalnya proses tumbuhan membuat makanan (produksi primer) dan penguraian sisa makhluk hidup (dekomposisi). Sebagian besar air di bumi ada di laut (sekitar 97%), lalu 2% dalam bentuk es di kutub dan gletser, dan hanya 1% di air tawar seperti sungai dan danau. Di atmosfer jumlahnya

sangat kecil. Pergerakan air di bumi diatur oleh siklus air yang dimana air menguap karena panas matahari, berubah menjadi awan, lalu turun lagi sebagai hujan. Tumbuhan juga melepaskan air ke udara lewat transpirasi. Selanjutnya, air kembali ke laut melalui sungai dan aliran air tanah, sehingga siklusnya terus berulang (Urry *et al.*, 2020).

2) Siklus Karbon



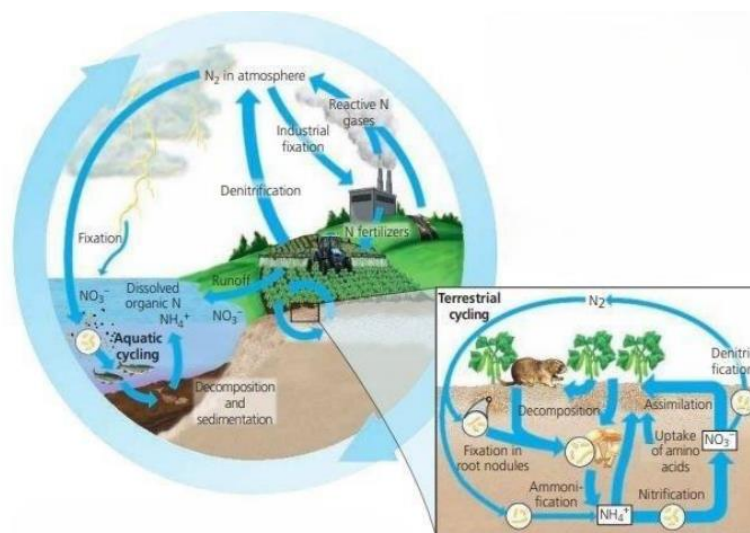
Gambar 2. 9 Siklus Karbon

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

Dalam proses fotosintesis, organisme autotrof seperti tumbuhan, alga, dan fitoplankton memanfaatkan gas CO₂ dari atmosfer untuk menghasilkan senyawa organik, yang kemudian dapat dimanfaatkan oleh konsumen seperti hewan, jamur, dan protista. Karbon tersimpan dalam berbagai reservoir, meliputi bahan bakar fosil, tanah, sedimen perairan, lautan yang mengandung karbon terlarut, biomassa makhluk hidup, hingga atmosfer. Cadangan terbesar sebenarnya terdapat pada batuan sedimen, misalnya batu kapur, meskipun karbon dalam bentuk ini hanya sedikit sekali yang berpindah karena tersimpan sangat lama. Hampir semua organisme dapat mengembalikan karbon ke lingkungan melalui respirasi dalam bentuk CO₂. Proses penting dalam siklus karbon antara lain fotosintesis yang setiap tahunnya menyerap CO₂ dalam jumlah besar, sebanding dengan jumlah CO₂ yang

dilepaskan kembali melalui respirasi oleh produsen maupun konsumen. Selain itu, pembakaran bahan bakar fosil dan kayu turut menyumbang peningkatan kadar CO_2 di atmosfer, sedangkan aktivitas vulkanik juga menjadi salah satu sumber alami karbon di udara dalam jangka panjang (Urry *et al.*, 2020).

3) Siklus Nitrogen



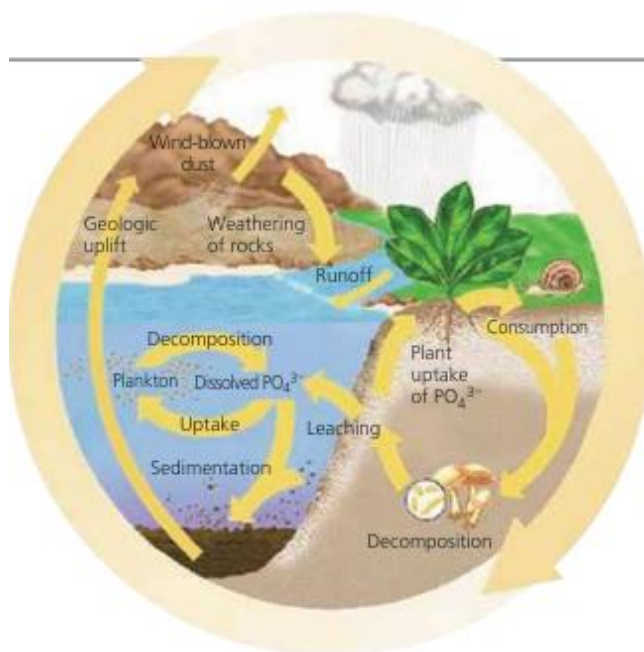
Gambar 2. 10 Siklus Nitrogen

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

Nitrogen merupakan unsur penting bagi kehidupan dan tersedia dalam beberapa bentuk yang dapat dimanfaatkan organisme. Tumbuhan umumnya mengasimilasi nitrogen anorganik berupa amonium (NH_4^+) dan nitrat (NO_3^-), serta sebagian bentuk organik seperti asam amino. Berbagai jenis bakteri mampu memanfaatkan semua bentuk tersebut termasuk nitrit (NO_2^-), sedangkan hewan hanya dapat menggunakan nitrogen dalam bentuk organik. Sumber utama nitrogen berada di atmosfer, sekitar 80% berupa gas nitrogen bebas (N_2). Selain itu, nitrogen juga tersimpan dalam tanah, sedimen perairan, air permukaan, air tanah, dan biomassa organisme. Nitrogen masuk ke dalam ekosistem terutama melalui proses fiksasi nitrogen, yaitu pengubahan gas N_2 menjadi bentuk yang dapat digunakan untuk menyusun senyawa organik, yang dilakukan oleh bakteri tertentu, petir, dan aktivitas vulkanik. Saat ini, aktivitas manusia seperti penggunaan pupuk sintetis dan penanaman polong-polongan yang bersimbiosis dengan bakteri penambat nitrogen telah menambah masukan nitrogen secara signifikan, bahkan melampaui proses

alami. Di dalam tanah, bakteri nitrifikasi mengubah amonium menjadi nitrat, sementara bakteri denitrifikasi melepaskan kembali nitrat ke atmosfer dalam bentuk N_2 . Selain itu, berbagai aktivitas manusia juga menghasilkan gas nitrogen reaktif, termasuk nitrogen oksida, yang dilepaskan ke atmosfer dalam jumlah besar.

4) Siklus Fosfor



Gambar 2. 11 Siklus Fosfor

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

Dalam alam, bentuk fosfor yang paling dibutuhkan oleh makhluk hidup adalah fosfat (PO_4), yaitu bentuk anorganik yang bisa diserap oleh tumbuhan untuk membuat senyawa organik. Sebagian besar fosfor tersimpan di batuan sedimen yang berasal dari laut, tetapi juga ada di tanah, air laut, dan tubuh organisme. Proses siklus fosfor dimulai ketika batuan yang mengandung fosfor mengalami pelapukan, sehingga fosfatnya dilepaskan ke tanah. Sebagian fosfat ini larut dan terbawa ke air tanah atau sungai hingga sampai ke laut. Tumbuhan menyerap fosfat dari tanah, lalu hewan mendapatkan fosfat saat memakan tumbuhan atau hewan lain. Setelah organisme mati atau mengeluarkan sisa metabolisme, fosfat dikembalikan ke tanah melalui proses penguraian. Karena fosfat mudah terikat oleh partikel tanah, peredaran fosfor biasanya hanya terjadi di daerah tertentu dan tidak menyebar luas. Berbeda dengan unsur lain seperti karbon atau nitrogen, fosfor hampir tidak

memiliki bentuk gas di udara, sehingga hanya sedikit yang berpindah melalui atmosfer, misalnya lewat debu atau percikan air laut. Dengan demikian, meskipun pergerakannya lambat, siklus fosfor sangat penting untuk menjaga ketersediaan unsur hara bagi kehidupan.

2.2 Hasil Penelitian yang Relevan

Dalam pelaksanaan penelitian ini, peneliti merujuk pada beberapa penelitian terdahulu yang memiliki keterkaitan dengan topik yang akan diteliti. Penelitian-penelitian terdahulu tersebut berfungsi sebagai pendukung untuk memperkuat teori yang telah ada, sehingga penelitian yang dilakukan menjadi lebih terarah dan memiliki dasar yang kuat.

Penelitian yang dilakukan oleh Rahim *et al.*, (2025) menunjukkan bahwa penerapan model *Problem Based Learning* dapat meningkatkan kemampuan berpikir analitis siswa kelas X-D di SMA Negeri 6 Gorontalo Utara. Peningkatan tersebut terlihat dari hasil perbandingan rata-rata skor pada dua siklus pembelajaran, yaitu 73,75 pada siklus I dan meningkat menjadi 84,64 pada siklus II, dengan persentase kenaikan sebesar 14,76%. Perbedaan penelitian Rahim *et al.*, (2025) dengan penelitian ini terletak pada variabel terikat yang digunakan, di mana penulis menambahkan variabel literasi sains. Selain itu, peneliti juga mengintegrasikan pendekatan pembelajaran berbasis *socio-scientific issues*.

Penelitian yang dilakukan oleh Rahmi *et al.*, (2024) mengungkapkan bahwa model *problem based learning* berbantu media berbasis aplikasi *quizizz* dapat meningkatkan kemampuan berpikir analitis siswa kelas X di SMA Negeri 16 Samarinda. Hasil penelitian membuktikan dari uji *independent sample t test* kelompok eksperimen dan kelompok kontrol memiliki nilai Sig. 2 sebesar ($0,000 < 0,05$). Perbedaan penelitian Rahmi *et al.*, (2024) dengan penelitian ini terletak pada variabel terikat yang digunakan, di mana penulis meneliti keterampilan berpikir analitis dan literasi sains. Selain itu, pada variabel bebasnya peneliti menggunakan model pembelajaran *problem based learning* berbasis *socio-scientific issues*.

Penelitian yang dilakukan oleh Azizah *et al.*, (2021) menunjukkan bahwa model *problem based learning* berkonteks *socio-scientific issues* berpengaruh signifikan terhadap kemampuan literasi sains siswa pada materi asam basa. Hasil

analisis menggunakan uji *independent sample t-test* menunjukkan nilai signifikansi $< 0,05$ pada taraf kepercayaan 5%, yang berarti terdapat perbedaan signifikan antara kelas eksperimen dan kontrol. Perbedaan penelitian Azizah *et al.*, (2021) dengan penelitian ini terletak pada variabel terikat yang digunakan, di mana penulis meneliti keterampilan berpikir analitis dan literasi sains.

2.3 Kerangka Konseptual

Keterampilan berpikir analitis saat ini penting diberdayakan di sekolah karena menjadi salah satu keterampilan berpikir tingkat tinggi yang dibutuhkan peserta didik dalam menghadapi tantangan abad ke-21. Melalui keterampilan ini, peserta didik dilatih untuk menguraikan suatu persoalan menjadi bagian-bagian yang lebih sederhana, menemukan hubungan antar konsep, serta menarik kesimpulan yang tepat berdasarkan bukti. Berpikir analitis juga menjadi langkah awal bagi peserta didik untuk menemukan solusi yang rasional dari permasalahan yang dihadapi. Ketika keterampilan berpikir analitis telah terasah, peserta didik akan lebih mudah menerapkan pola berpikir tersebut dalam konteks lain, termasuk saat memahami dan menghubungkan konsep biologi dengan fenomena kehidupan nyata.

Sejalan dengan hal tersebut, literasi sains menjadi keterampilan yang memperluas penerapan keterampilan berpikir analitis dalam memahami berbagai fenomena ilmiah. Literasi sains melatih peserta didik untuk menafsirkan informasi ilmiah, menilai kebenaran data, serta menghubungkan pengetahuan biologi dengan konsep-konsep ilmiah yang relevan. Dengan memiliki literasi sains yang baik, peserta didik tidak hanya memahami konsep secara teoritis, tetapi juga mampu menerapkannya untuk menjelaskan dan menanggapi persoalan ilmiah dalam kehidupan sehari-hari.

Namun, berdasarkan hasil *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS), keterampilan berpikir analitis peserta didik di Indonesia masih tergolong rendah dan memerlukan perhatian intensif untuk ditingkatkan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peserta didik belum sepenuhnya mampu menguraikan sebuah informasi secara mendalam untuk menyelesaikan suatu permasalahan.

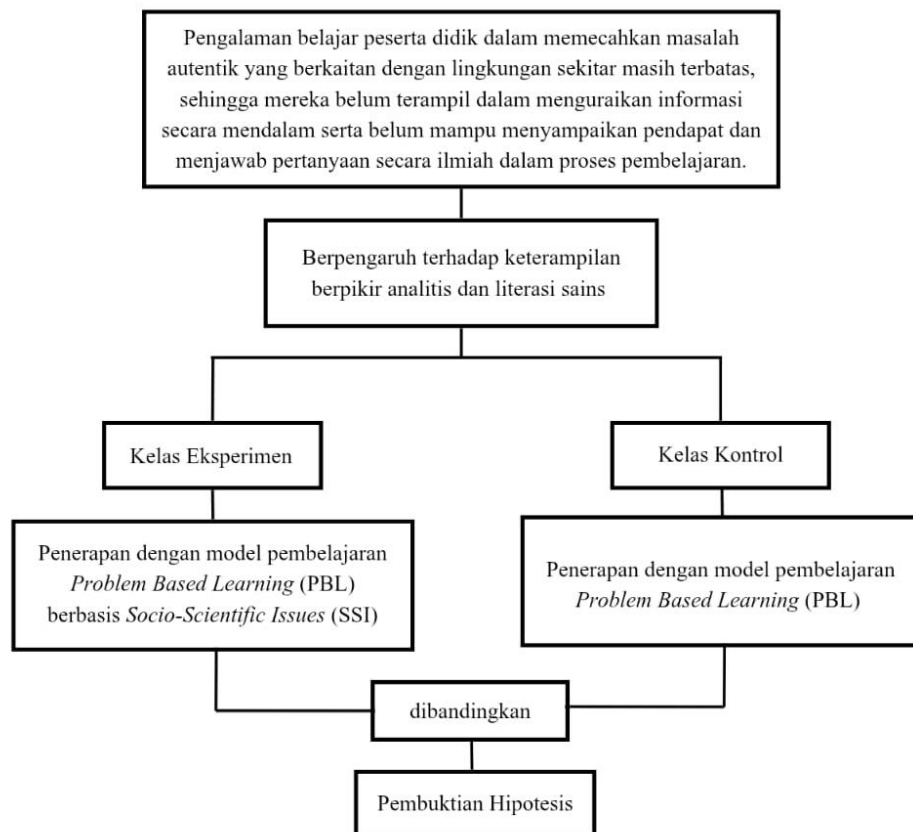
Kondisi serupa juga tergambar dalam hasil *Programme for International Student Assessment* (PISA), yang memperlihatkan bahwa literasi sains peserta didik Indonesia masih berada di bawah rata-rata global. Rendahnya capaian ini mengindikasikan bahwa peserta didik belum optimal dalam memahami konsep ilmiah, menafsirkan data, dan menerapkan pengetahuan sains dalam kehidupan sehari-hari. Oleh karena itu, perlu adanya upaya peningkatan melalui penerapan pembelajaran yang dapat menumbuhkan keterampilan berpikir analitis sekaligus memperkuat literasi sains peserta didik di sekolah.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan model *problem based learning* berbasis *socio-scientific issues*. Penerapan model dengan pendekatan tersebut relevan dalam pembelajaran biologi karena mengaitkan konsep ilmiah dengan permasalahan sosial yang autentik dan kontekstual dalam kehidupan peserta didik. Melalui model ini, peserta didik dilatih untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan menemukan solusi terhadap isu-isu sains yang bersifat kompleks serta dekat dengan lingkungan mereka. Proses pembelajaran ini tidak hanya menekankan pada pemahaman konsep, tetapi juga mengembangkan literasi sains peserta didik melalui kemampuan menafsirkan informasi ilmiah, mengevaluasi bukti, dan menerapkan pengetahuan sains dalam konteks sosial dan lingkungan.

Materi ekosistem menjadi salah satu topik yang sangat sesuai untuk diterapkan melalui model *problem based learning* berbasis *socio-scientific issues* karena memuat keterkaitan antara konsep biologi dengan fenomena sosial dan lingkungan di sekitar peserta didik. Dalam materi ekosistem, peserta didik dapat dilibatkan untuk menganalisis permasalahan nyata seperti perubahan keseimbangan lingkungan, penurunan keanekaragaman hayati, atau pengelolaan sumber daya alam di wilayah mereka yang sering melibatkan pertimbangan antara kepentingan sosial dan kajian ilmiah. Penerapan model *problem based learning* berbasis *socio-scientific issues* menjadi suatu aktivitas pembelajaran yang mendorong peserta didik untuk terlibat aktif dalam menganalisis masalah, mengaitkan konsep biologi dengan konteks sosial, serta menilai berbagai alternatif solusi berdasarkan bukti ilmiah. Dengan demikian, proses pembelajaran tersebut diharapkan dapat

mengembangkan keterampilan berpikir analitis sekaligus memperkuat literasi sains peserta didik.

Berdasarkan uraian di atas, penulis menduga terdapat pengaruh model *problem based learning* berbasis *socio-scientific issues* terhadap keterampilan berpikir analitis dan literasi sains peserta didik pada materi ekosistem di kelas X SMA Negeri 1 Tasikmalaya tahun ajaran 2025/2026.



Gambar 2. 12 Kerangka Konseptual
Sumber: Dokumen Peneliti (2025)

2.4 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kajian teori yang telah dipaparkan, maka peneliti merumuskan hipotesis penelitian sebagai berikut:

- Ha₁ : Terdapat pengaruh model *problem based learning* berbasis *Socio-Scientific Issues* (SSI) terhadap keterampilan berpikir analitis peserta didik pada materi ekosistem di kelas X SMA Negeri 1 Tasikmalaya tahun ajaran 2025/2026.
- Ha₂ : Terdapat pengaruh model *problem based learning* berbasis *Socio-Scientific Issues* (SSI) terhadap literasi sains peserta didik pada materi ekosistem di kelas X SMA Negeri 1 Tasikmalaya tahun ajaran 2025/2026.