

BAB 2

KAJIAN TEORETIS

2.1. Kajian Pustaka

2.1.1 Kemampuan Literasi Sains

2.1.1.1 Pengertian Literasi Sains

Secara harfiah, “literasi sains” berasal dari 2 kata yaitu *literatus* yang berarti melek huruf dan *scientia* yang berarti memiliki pengetahuan. Menurut Abidin *et al.*, (2017) literasi secara tradisional diartikan sebagai kemampuan membaca dan menulis, namun seiring perkembangannya literasi juga diartikan sebagai kemampuan seseorang dalam menulis, membaca, berbicara serta menyimak. Seseorang dapat dikatakan sebagai orang yang literat adalah orang yang bebas buta huruf artinya dapat menulis dan membaca. Sejalan dengan pendapat Fitriani *et al.*, (2019) bahwasanya literasi merupakan kemampuan seseorang dalam membaca dan menulis, namun dalam artian bukan hanya membaca buku tapi mampu berliterasi dalam membaca suatu kejadian yang berada di lingkungan sekitar kita karena literasi juga merupakan kemampuan menggunakan keahlian yang dimiliki oleh masing-masing individu.

Sedangkan sains berasal dari kata *natural science* atau *science* yaitu ilmu-ilmu yang kajiannya meliputi fisika, kimia, dan biologi serta ilmu-ilmu yang serumpun seperti geologi dan astronomi. Sains merupakan kajian keilmuan yang fokus menjelaskan terkait fenomena alam beserta interaksinya (meliputi interaksi materi dan energi serta melibatkan komponen biotik dan abiotik) (Abidin *et al.*, 2017). Selain itu sains dalam arti sempit merupakan disiplin ilmu yang terdiri dari *physical sciences* (ilmu fisik) yang mencakup ilmu astronomi, kimia, geologi, mineralogi, meteorologi, dan fisika dan *life sciences* (ilmu biologi) yang mencakup dalam ilmu anatomi, fisiologi, zoologi, citologi, embriologi, mikrobiologi (Kristyowati & Purwanto, 2019).

Literasi sains merupakan kemampuan untuk bisa memadukan pemahaman konsep dengan proses sains yang ada untuk mengatasi permasalahan yang ada dalam kehidupan. Hal ini sejalan dengan pendapat Irsan (2021) literasi sains

merupakan kemampuan memahami, mengkomunikasikan dan menerapkan ilmu pengetahuan terkait sains yang mana akan mampu meningkatkan kepedulian terhadap lingkungan, serta guna menghadapi globalisasi, membiasakan siswa untuk menerapkan ide-ide sains tidak hanya melihat namun menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari. Menurut Muzijah *et al.*, (2020) literasi sains merupakan kemampuan memahami ilmu pengetahuan, mengidentifikasi pertanyaan serta menarik kesimpulan berdasarkan bukti dalam rangka membuat keputusan yang berkenaan dengan alam.

Definisi literasi sains dalam *Program for International Student Assessment (PISA) 2015 Assessment and Analytical Framework* menurut *Organization of Economic Co-Operation and Development (OECD)* Literasi sains merupakan adalah kemampuan untuk terlibat dengan isu-isu yang berhubungan dengan sains, dan dengan ide-ide sains sebagai refleksi. Seseorang yang melek sains akan bersedia untuk terlibat dalam wacana terkait dengan sains maupun teknologi yang memerlukan kompetensi untuk 1) menjelaskan fenomena ilmiah – mengakui tawaran, dan mengevaluasi penjelasan untuk berbagai fenomena alam dan teknologi; 2) mengevaluasi dan mendesain penelitian ilmiah – menggambarkan dan menilai penyelidikan ilmiah, serta mengusulkan cara-cara menangani pertanyaan ilmiah; 3) menafsirkan data dan bukti ilmiah – menganalisis dan mengevaluasi data, klaim dan argumen berbagai dalam berbagai representasi dan menarik kesimpulan ilmiah yang sesuai. Seorang pelaku peneliti ilmiah saat berdialog terkait sains bukan hanya mampu menjelaskan fenomena ilmiah dengan cara penalaran teori namun harus memahami tentang pengetahuan prosedur standar yang digunakan dalam penyelidikan ilmiah sehingga dapat memberikan ide penjelasan informasi dan fakta yang rasional dan ilmiah. (OECD, 2017).

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa literasi sains adalah kemampuan seseorang untuk memahami sains dengan cara membaca dan menulis untuk memahami keadaan lingkungan sekitar. Dilengkapi dengan kemampuan memahami, mengkomunikasikan serta menerapkan konsep ilmiah dalam kehidupan sebagai salah satu cara untuk melakukan rancangan penyelidikan ilmiah.

2.1.1.2 Indikator Penilaian Literasi Sains

Kemampuan literasi sains dapat diukur dengan *test* TOSLS yang telah dikembangkan oleh (Gormally *et al.*, 2012). Terdapat dua indikator serta sembilan sub indikator dalam literasi sains. Sebagaimana dijelaskan dalam tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1 Indikator Literasi Sains

Indikator	Sub indikator
Memahami metode penyelidikan yang mengarah pada pengetahuan ilmiah	Mengidentifikasi argumen ilmiah yang valid
	Mengevaluasi keabsahan sumber
	Mengevaluasi penggunaan dan penyalahgunaan informasi ilmiah
	Memahami elemen desain penelitian dan bagaimana mereka mempengaruhi temuan atau kesimpulan ilmiah
Mengorganisasikan, menganalisis dan menginterpretasikan data kuantitatif dan informasi ilmiah	Membuat representasi grafis dari data
	Membaca dan menginterpretasikan representasi grafis data
	Memecahkan masalah menggunakan keterampilan kuantitatif, termasuk probabilitas dan statistik
	Memahami dan menginterpretasikan statistik dasar
	Membenarkan kesimpulan, prediksi, dan simpulan berdasarkan data kuantitatif

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

2.1.1.3 Pengajaran Kemampuan Literasi Sains di Sekolah

Kemampuan literasi sains siswa dapat terbentuk dengan melakukan latihan soal setiap hari ataupun dengan aktivitas yang dapat mendukung perkembangan literasi sains siswa di sekolah, antara lain sebagai berikut:

- a. Menurut Suparya *et al.*, (2022) Gerakan literasi sekolah (GLS), seperti pojok literasi yang dibuat di setiap kelas akan memberikan suasana membaca lebih dekat dengan siswa dan dengan memberikan target mingguan ataupun bulanan kepada mereka seperti pohon buku sebagai bukti bahwa buku sudah dibaca akan memberikan motivasi untuk membaca lebih baik. Menggali informasi sendiri dengan membaca akan memberikan kesempatan kepada siswa untuk memiliki pengetahuan dalam jangka panjang.
- b. Menurut Nurhanifah & Diah Utami (2023), meningkatkan peran guru sebagai pendidik seperti melakukan kegiatan membaca selama 15 menit sebelum pembelajaran dimulai. Bacaan yang dibebaskan kepada siswa seperti membaca buku cerita, artikel ilmiah ataupun materi pembelajaran. Dengan begitu siswa akan terbiasa dan terciptanya iklim belajar yang nyaman bagi siswa.
- c. Menurut Rahmad Juniawan *et al.*, (2023), penggunaan media digital yang dibungkus dengan ide kreatif. Konten yang menarik dengan menggunakan media digital dapat memberikan perhatian lebih dan rasa ingin tahu yang tinggi kepada siswa sehingga penyampaian materi lebih jelas dan interaktif. Terlebih lagi penggunaan model pembelajaran yang tepat seperti *problem based learning* berbasis *socio scientific issue* yang dapat membantu meningkatkan kemampuan literasi sains siswa dengan memanfaatkan media informasi digital untuk mengangkat isu sosial yang kontroversial di masyarakat untuk dikaji menjadi bahan diskusi.

Dari penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwasanya kemampuan literasi sains siswa di sekolah dapat dibentuk melalui aktivitas seperti gerakan literasi sekolah, dukungan kondisi belajar membaca dari guru serta pengoptimalan penggunaan media digital dalam pembelajaran dilakukan secara konsisten.

2.1.2 Model Problem Based Learning (PBL)

2.1.2.1 Pengertian model *PBL*

Model pembelajaran merupakan suatu teknik pembelajaran yang digunakan untuk mencapai suatu tujuan pembelajaran agar bisa lebih efektif dan efisien serta dirancang untuk jangka panjang seperti membuat kurikulum, menyusun materi pembelajaran serta menjadi panduan atau acuan untuk proses belajar mengajar.

Guru juga merupakan aspek penting untuk menentukan model yang dapat sesuai dengan pembelajaran agar akhir nanti tujuan pembelajaran dapat tercapai (Marfu, 2022).

Sejalan dengan penelitian Finch (O'Donoghue *et al.*, 2011) pbl memberikan pemahaman yang lebih baik dalam pengetahuan kognitif. Begitu pun dengan pendapat Susanto & Susanta (2022) yang mengatakan bahwa pbl merupakan model pembelajaran yang berpusat pada siswa, menyuguhkan masalah yang terstruktur maupun tidak terstruktur, yang terpenting model ini menekankan pada permasalahan realistis yang dapat ditemui siswa. Menurut Putri *et al.*, (2022) model pembelajaran pbl merupakan pembelajaran yang lahir dari proses masalah, yang awalnya dari masalah kehidupan nyata agar terciptanya kemahiran pemecahan masalah serta dapat bekerja sama dalam tim.

Sedangkan menurut Widiaworo (Ardianti *et al.*, 2021) model pembelajaran pbl merupakan proses pembelajaran kontekstual yang mana masalah yang dikenalkan merupakan masalah nyata yang ada di sekitar dan bisa dihadapi oleh siswa sehingga siswa dapat memiliki motivasi untuk belajar. Masalah diberikan sebelum pembelajaran dimulai sehingga siswa dapat meneliti, menguraikan, mengeksplorasi lebih jauh sehingga dapat menghasilkan sebuah solusi. Sejalan dengan pendapat Susetyo Rukmi *et al.*, (2023) model pembelajaran pbl merupakan pembelajaran yang membuat siswa aktif dikarenakan diberikan permasalahan diawal.

Permasalahan yang disajikan juga merupakan permasalahan nyata dan bermakna sehingga siswa bisa menyelesaikan dengan langkah yang dihubungkan dengan pengetahuannya sehingga menghasilkan sebuah solusi. Sejalan dengan pendapat Mayasari *et al.*, (2022) *problem based learning* merupakan salah satu pembelajaran yang berdasar pada paradigma konstruktivisme yang mana membebaskan siswa belajar sendiri untuk mengeksplorasi masalah dalam pembelajaran, lalu menuliskan pemecahan masalahnya berdasarkan teori, konsep yang sudah dipelajarinya serta didampingi guru. Hanya bentuk pembelajaran yang berlandaskan pada paradigma konstruktivisme, yang berorientasi pada proses belajar siswa (*student-centered learning*).

Berdasarkan penjelasan tersebut *problem based learning* adalah suatu model pembelajaran yang berpusat pada siswa dimana siswa disuguhkan masalah secara kontekstual berkaitan dengan kehidupan nyata yang dapat dihubungkan dengan pengetahuan yang dimiliki. Sehingga siswa akan terlatih untuk dapat berpikir kritis dan mampu menyelesaikan permasalahan dengan cermat secara ilmiah.

2.1.2.2 Karakteristik PBL

Pembelajaran berbasis masalah merupakan proses pembelajaran yang berpusat pada siswa dimana siswa dibebaskan mengeksplor permasalahan yang berkaitan langsung dengan kehidupan nyata sehingga terjadi proses interaksi antara stimulus dan respons (Mayasari *et al.*, 2022). Menurut Fathurrohman (2020) pembelajaran berdasarkan masalah memiliki karakteristik sebagai berikut:

- 1) Pembelajaran dimulai dengan pemberian masalah sebagai stimulus
- 2) Memastikan masalah serta konsep yang disuguhkan merupakan masalah yang sudah terintegrasi di dunia nyata siswa
- 3) Mengorganisasikan pembelajaran lebih fokus pada permasalahan yang disuguhkan dibanding dengan disiplin ilmu
- 4) Memberikan tanggung jawab yang lebih besar kepada siswa sebagai pembelajar dalam proses pembelajarannya
- 5) Kelompok kecil sebagai proses pembelajarannya
- 6) Menuntut siswa sebagai pembelajar untuk bisa mendemonstrasikan apa yang telah dipelajari sebagai hasil (*output*) pembelajaran. Hal inilah yang dapat dijadikan sebagai dasar stimulus keterampilan siswa.

Berdasarkan uraian tersebut tampak jelas bahwasanya pembelajaran berbasis masalah ini akan dimulai dengan pemberian masalah yang dihadirkan oleh guru atau pengajar yang mana merupakan stimulus untuk siswa. Permasalahan yang disajikan jelas berkaitan dengan kehidupan nyata secara tidak terstruktur. Kemudian siswa akan diberikan tanggung jawab penuh untuk melakukan proses pembelajaran secara mandiri maupun secara berkelompok dengan didampingi guru sebagai fasilitator. Selain itu, siswa diberi kebebasan untuk menganalisis masalah, mengolah sampai dapat menghasilkan solusi untuk permasalahan yang ada.

2.1.2.3 Sintaks PBL

Sintaks merupakan suatu langkah-langkah pembelajaran yang digunakan untuk panduan dalam pembelajaran. Menurut Arends (2009) terdapat 5 tahapan dalam pembelajaran berbasis masalah. Sintaks pembelajaran berbasis masalah dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.2 Sintaks atau Langkah-Langkah Pembelajaran Berbasis Masalah

Tahap	Aktivitas Guru dan Siswa
Tahap 1 Mengorientasikan siswa terhadap masalah	Guru menyajikan fenomena permasalahan sebagai stimulus yang nantinya akan dikaji oleh siswa sehingga siswa mampu merumuskan pertanyaan.
Tahap 2 Mengorganisasi siswa untuk belajar	Guru membantu siswa mendefinisikan dan mengorganisasi tugas belajar yang berhubungan dengan masalah yang sudah diorientasikan pada tahap sebelumnya.
Tahap 3 Membimbing penyelidikan individual maupun kelompok	Guru mendorong siswa untuk mengumpulkan informasi yang sesuai dan melaksanakan eksperimen untuk mendapatkan penjelasan yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah.
Tahap 4 Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	Guru membantu siswa untuk berbagi tugas dan merencanakan atau menyiapkan karya yang sesuai sebagai hasil pemecahan masalah dalam bentuk laporan, video, atau model.
Tahap 5 Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	Guru membantu siswa untuk melakukan refleksi atau evaluasi terhadap proses pemecahan masalah yang dilakukan.

Sumber: (Arends, 2009)

Dari penjelasan di atas dapat dikatakan bahwasanya pbl memiliki lima sintaks pembelajaran yaitu orientasi masalah, mengorganisasikan siswa, membimbing penyelidikan, mengembangkan serta menyajikan hasil serta menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Widiani & Dewi Maharani (2020) menyatakan model pembelajaran *Problem based learning* dapat meningkatkan kemampuan literasi sains siswa kelas XI di SMAN 1 Lembah Melintang Kabupaten Pasaman Barat pada ranah afektif, kognitif serta psikomotornya. Namun dalam hasil yang didapat, guru perlu mampu mendisiplinkan waktu dan meningkatkan motivasi

belajar siswa sehingga mereka dapat lebih aktif bertanya. Sama halnya dengan penelitian yang dilakukan oleh Tilamsari *et al.*, (2023) menyatakan bahwa implementasi pembelajaran berdiferensiasi melalui model *problem based learning* dapat meningkatkan kemampuan literasi sains siswa kelas X-3 dibuktikan dengan kenaikan hasil skor rata-rata literasi sains. Diferensiasi yang digunakan merupakan gaya belajar dimana setiap siswa diberikan kebebasan untuk menggali informasi, menganalisis dan mengolah permasalahan sehingga dapat memecahkan masalah serta memicu mereka untuk terlibat dalam pembelajaran secara aktif. Dengan pembiasaan seperti ini dapat meningkatkan kemampuan literasi sains siswa. Sejalan dengan penelitian Herman *et al.*, (2022) terdapat peningkatan hasil belajar literasi sains melalui penerapan model *problem based learning* (PBL) pada siswa kelas VIIIA SMP Negeri 5 Kota Bima Tahun Ajaran 2022/2023. Dalam model pembelajaran ini guru akan mendampingi proses pembelajaran sebagai fasilitator yang mengarahkan siswa dalam mencari informasi dan model pembelajaran ini akan berpusat pada siswa jadi mereka akan diberikan tanggung jawab lebih dalam pembelajaran.

2.1.2.4 Kelebihan dan kekurangan PBL

Pada setiap model, pendekatan maupun strategi pembelajaran pasti akan ada kelebihan dan kekurangannya. Sejalan dengan pendapat Zainal (2022) ada beberapa kelebihan dan kekurangan model berbasis masalah ini. Berikut diantaranya kelebihan pembelajaran berbasis masalah:

- 1) Pembelajaran yang dilaksanakan berpusat pada siswa
- 2) Dapat meningkatkan pengendalian diri siswa
- 3) Siswa menjadi memiliki peluang untuk mempelajari atau menyelidiki peristiwa multidimensi dengan perspektif yang lebih dalam
- 4) Dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa
- 5) Siswa dapat semakin terdorong untuk mempelajari materi serta konsep baru pada saat proses pemecahan masalah
- 6) Dapat meningkatkan keterampilan sosial dan komunikasi siswa sehingga dapat bekerja sama dalam kelompok
- 7) Dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan berpikir ilmiah siswa

- 8) Memadukan teori praktik sehingga siswa dapat menghubungkan pengetahuan lama dan barunya
- 9) Mendukung proses pembelajaran
- 10) Siswa dapat memiliki kemampuan mengatur waktu, fokus, mengumpulkan data, menyiapkan data dan evaluasi, dan
- 11) Memberikan peluang belajar sepanjang hayat kepada siswa.

Kelebihan pembelajaran ini akan membantu siswa dalam mengenali masalah sehingga dapat membantu mengembangkan kemampuan berpikir siswa hingga dapat menghasilkan solusi dari hasil berpikirnya. Selain itu model pembelajaran berbasis masalah ini akan meningkatkan kemampuan sosialisasi antara guru dengan siswa maupun siswa dengan siswa. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Tri *et al.*, (2023) menyatakan pembelajaran dengan model *problem based learning* dapat meningkatkan nilai akademik serta berpengaruh terhadap kemampuan literasi sains peserta didik di XI MIA SMA Angkasa Maros dibandingkan dengan model pembelajaran *direct teaching*.

Sama halnya dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Mutiaramses & Fitria, (2022) bahwasanya media pembelajaran komik berorientasi *problem based learning* (PBL) dalam pembelajaran tematik terpadu untuk meningkatkan literasi sains siswa kelas III Sekolah Dasar adalah valid, sangat praktis, dan sangat efektif. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Kaniyah *et al.*, (2022) bahwasanya *E-Modul* pembelajaran IPA berbasis *problem based learning* yang dikembangkan untuk meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik terbukti praktis serta terbukti efektif meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik.

Namun dibalik semua kelebihannya terdapat juga kelemahan dalam model ini. Berikut kekurangan dari pembelajaran berbasis masalah:

- 1) Guru berpeluang mengalami kendala dalam mengubah gaya mengajar, dikarenakan kebiasaan siswa yang menerima metode lain yang lebih umum.
- 2) Siswa cenderung akan memerlukan waktu lebih lama untuk menyelesaikan masalah untuk pertama kali dikemukakan di kelas.
- 3) Ketika diberikan tugas permasalahan individu atau kelompok itu dapat menyelesaikan lebih cepat atau lambat.

- 4) Pembelajaran berbasis masalah ini memerlukan materi yang kaya akan penyelidikan ataupun riset.
- 5) Pembelajaran berbasis masalah ini cenderung lebih sulit untuk diterapkan disemua kelas.
- 6) Cukup sulit untuk menilai pembelajaran.

Dapat dilihat dari pemaparan di atas bahwasanya kekurangan model pembelajaran ini untuk memastikan keberhasilan proses pembelajarannya memerlukan waktu yang relatif lama, belum lagi saat siswanya tidak tertarik dengan permasalahan akan membuat mereka malas dalam pembelajaran dan cenderung tidak menyelesaikannya.

2.1.3 Socio-Scientific Issues (SSI)

2.1.3.1 Pengertian SSI

Socio scientific issue merupakan pendekatan pembelajaran yang menekankan pemusatan pembelajaran kepada siswa, sama halnya dengan pembelajaran berbasis masalah pendekatan *Socio scientific issue* ini menyuguhkan permasalahan yang bersifat kontekstual (berkaitan dengan masalah nyata) di kehidupan sehari-hari. Perbedaannya itu terletak pada proses perkembangan masalahnya, untuk pembelajaran berbasis masalah perkembangan masalahnya disajikan dalam bentuk pertanyaan oleh guru, sedangkan untuk pembelajaran dengan pendekatan *Socio scientific issue* siswa harus mengembangkan masalahnya sendiri dengan mempertimbangkan berbagai aspek seperti aspek moral, ekonomi, sains dan lain-lain (Triani *et al.*, 2020a). Sejalan dengan pendapat Matsna *et al.*, (2023) *socio scientific issue* merupakan representasi dari isu-isu dari kehidupan sosial yang memiliki solusi serta jawaban. Siswa akan dilatih untuk mengkaji fenomena yang ada tanpa menghilangkan unsur sainsnya.

Sedangkan menurut Adah *et al.*, (2022) *Socio scientific issue* adalah representatif pembelajaran yang berkaitan langsung dengan masalah sains namun memiliki jawaban yang tidak pasti. Dikarenakan permasalahan yang digunakan merupakan permasalahan umum yang dikaitkan dengan ilmu pengetahuan yang mendunia. Oleh sebab itu keterkaitan antara pengetahuan sains dengan kesadaran sains siswa. Sejalan dengan pendapat Sholehah *et al.*, (2022) *socio scientific issue*

representasi dari isu-isu sosial, global yang berkaitan dengan permasalahan sains secara konseptual, prosedural yang memiliki ketidakpastian dalam solusi.

Sejalan dengan pendapat Aini *et al.*, (2024) *Socio scientific issue* pendekatan pembelajaran yang menghubungkan permasalahan sains nyata dengan materi yang bersifat *open-ended* secara prosedur maupun struktur. Sedangkan menurut Zeidler *et al.*, (2019) *Socio scientific issue* merupakan pendekatan pembelajaran dengan menggunakan masalah individu yang relevan, kontroversial serta tidak terstruktur dimana diperlukan penalaran ilmiah, serta penalaran berbasis bukti guna untuk menyelesaikan masalah yang ada.

Sedangkan menurut Dwi Gustia Rasyidi *et al.*, (2024) *socio scientific issues* merupakan pembelajaran sains yang mengaitkan dengan topik-topik sains didalamnya secara disengaja agar siswa dapat berperan lebih aktif lagi dalam pembelajaran seperti dialog, diskusi, dan juga debat. Tujuannya agar siswa dapat memaknai pembelajaran dan lebih menarik. Namun pembelajaran ini sangat memerlukan penalaran yang berlandaskan pada bukti ilmiah dan paham terhadap informasi ilmiah yang sedang dikaji. Sejalan dengan pendapat Miranti & Refelita, (2023) *socio scientific Issue* merupakan jembatan pembelajaran sains yang mana dapat meningkatkan minat siswa terhadap sains, selain itu juga dapat memperkuat kerja sama dalam tim, pemecahan masalah serta melek terhadap teknologi.

Berdasarkan penjelasan tersebut dapat disimpulkan bahwa pembelajaran *socio-scientific Issue* merupakan pendekatan pembelajaran yang mengangkat isu-isu yang berkaitan langsung dengan kehidupan nyata dan juga pengalaman siswa. Masalah yang disajikan merupakan masalah yang dikaji dari berbagai perspektif dan banyak aspek seperti aspek budaya, ekonomi, kesehatan, hukum dan lebih banyak lagi. Masalah yang disuguhkan merupakan masalah kontekstual, tidak terstruktur dan juga tidak memiliki jawaban yang pasti. Oleh karena pembelajaran *socio-scientific issue* ini akan membantu siswa mengenali permasalahan secara nyata dengan pengetahuan ilmiah dan juga sains serta dapat memberikan solusi dengan bukti ilmiah.

2.1.3.2 Karakteristik SSI

Menurut Ratcliffe dan Grace (Cunningham, 2009) bahwa isu-isu ilmiah memiliki karakteristik sebagai berikut:

1. Memiliki dasar pengetahuan dalam ilmu sains
2. Penggunaan opini dan penentuan pilihan baik secara individu maupun sosial
3. Beritanya sering dihadirkan dalam media
4. Informasi yang ada sering kali berkaitan dengan bukti yang kurang lengkap
5. Pembahasannya dapat mencakup lingkup dimensi lokal, nasional dan global
6. Menjunjung tinggi nilai-nilai etika
7. Diperlukan pemahaman terkait segala risiko dan segala kemungkinan yang akan terjadi.

Sedangkan menurut (Rahayu, 2019) ada beberapa kriteria lain yang dapat digunakan untuk melakukan pemilihan soal sains dalam pembelajaran, yaitu sebagai berikut:

1. Otentik. Topik yang digunakan harus isu yang sedang hangat menjadi perbincangan masyarakat dan dapat dibuktikan dengan informasi yang banyak yang termuat dalam berbagai media masa seperti televisi, majalah, koran dan lain-lain.
2. Relevan. Dalam hal ini artinya keputusan yang siswa buat nanti akan bermanfaat bagi kehidupan pribadi maupun sosial di masa sekarang atau mendatang. Jadi nantinya siswa dapat mengambil keputusan dengan mempertimbangkan sebab dan akibatnya.
3. Evaluasi. Permasalahan dalam SSI memiliki sifat multi perspektif, dimana dapat dikaji atau dianalisis dari berbagai sudut pandang.
4. Diskusi terbuka. Permasalahan dalam SSI harus dipastikan bersifat terbuka namun tetap menjunjung etika yang tinggi sehingga tidak ada ras, suku ataupun agama yang tersudutkan ataupun terpinggirkan.
5. Berkaitan dengan sains dan teknologi. Topik masalahnya dikaitkan dengan teknosaintik sehingga wacana yang ada dalam media akan dianalisis sehingga memunculkan konsep maupun fakta ilmiah yang dapat digunakan untuk bahan argumentasi.

Berdasarkan penjelasan di atas *socio-scientific Issue* dapat diartikan sebagai suatu pendekatan pembelajaran yang memiliki tujuh karakteristik yang mana masalah yang diangkat umumnya merupakan isu nyata dan bahkan kontroversial yang bisa menghadirkan berbagai macam konflik masyarakat. Sehingga sering kali muncul dalam media, dan informasinya berkaitan dengan bukti yang kurang lengkap dalam lingkup lokal, nasional maupun global. Namun tetap saja isu itu harus menjunjung nilai etika.

Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Rohmawati *et al.*, (2018) bahwasanya kemampuan literasi sains siswa meningkat dengan pembelajaran berkonteks *socio scientific issue*, namun ternyata perlu dilakukan pembiasaan yang lebih dalam pemberian soal yang terkait dengan indikator literasi sains agar siswa terbiasa dalam mengerjakan soal literasi sains. Selaras dengan hasil penelitian yang dilakukan Husniyyah *et al.*, (2023) pembelajaran berbasis *socio scientific issue* dengan model pbl mampu meningkatkan kemampuan literasi sains siswa.

Sama halnya dengan hasil penelitian Galih Kirana *et al.*, (2022a) pembelajaran IPA menggunakan SSI berhasil memberi peningkatan kemampuan literasi sains pada materi pencemaran lingkungan dengan kategori sedang. Sejalan dengan hasil penelitian Purwandari *et al.*, (2024) memberikan kesadaran penuh kepada setiap siswa untuk menyelesaikan *masalah socio scientific issue* berdasarkan pada kehidupan sehari-hari dan menghubungkannya dengan konsep kimia.

2.1.3.3 Kelebihan dan Kekurangan Pendekatan SSI

Dalam proses pembelajaran ada beberapa kelebihan yang bisa didapatkan siswa. Beberapa kelebihan belajar dengan SSI sebagai berikut:

1. Isu yang disajikan merupakan isu sosial sains yang memerlukan pertimbangan dalam pengambilan solusinya sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna (Rahma Nubita & Istianah, 2024).
2. Siswa dapat mengembangkan sikap peduli lingkungan (Rahma Nubita & Istianah, 2024).

3. Mengembangkan kemampuan argumentasi, debat, diskusi, sebagai sarana untuk melibatkan proses berpikir dan penalaran dalam bentuk dialog kehidupan nyata (Zeidler *et al.*, 2019).
4. Dapat mengembangkan serta meningkatkan literasi ilmiah dalam pendidikan sains (Zeidler *et al.*, 2019).

Seperti yang sudah dipaparkan di atas bahwasanya pembelajaran dengan pendekatan SSI dapat meningkatkan partisipasi diskusi sehingga kelas lebih aktif dan juga efektif dalam pembelajaran. Siswa jadi termotivasi untuk mengungkapkan pemikirannya sehingga dapat mengambil keputusan secara ilmiah. Namun selain itu setiap kelebihan pasti ada kekurangan, dalam proses pembelajaran SSI ini ada kekurangan yaitu sebagai berikut:

1. Memerlukan waktu yang lebih lama dalam proses diskusi
2. Diskusi yang dilakukan hanya dapat menganalisis pro-kontra saja
3. Dalam penggalan isu siswa dapat mengalami kesulitan untuk menghubungkan pengetahuan dengan isu yang ada.

Berdasarkan penjelasan di atas maka peran guru sangat diperlukan untuk bisa mengatur waktu sehingga pembelajaran dapat berjalan secara maksimal. Selain itu guru juga bisa mendampingi sebagai penengah dalam diskusi sehingga diskusi tidak bersifat menyudutkan atau menghakimi pendapat siswa, serta membantu siswa dalam menghubungkan pengetahuan atau konsep yang sedang dipelajari dengan isu yang ada agar tidak keluar dari pembahasan dan tujuan pembelajaran tetap tercapai.

2.1.4 Integrasi Pembelajaran PBL berbasis SSI

Tahapan pembelajaran ssi dapat integrasikan dengan sintaks model *problem based learning* yang mana diharapkan meningkatkan kemampuan literasi sains siswa, adapun langkah-langkah dalam pembelajarannya disajikan dalam tabel 2.3 berikut:

Tabel 2.3 Tahap Pembelajaran Model PBL dengan Pendekatan SSI

Tahap	Aktivitas Guru dan Siswa
Tahap 1 Orientasi masalah kepada siswa	Menyajikan konten masalah <i>socio scientific issue</i> yang bersifat kontroversial dan perlu dikaji dari berbagai aspek (ekonomi, etika, budaya, hukum, kesehatan dan lain-lain) seperti pada materi perubahan lingkungan “Kekeringan menyebabkan krisis pangan masyarakat dalam jangka waktu yang lama berdampak pada kesehatan dan ekonomi masyarakat” sebagai masalah yang akan dikaji.
Tahap 2 Pengorganisasian siswa untuk belajar	Guru membantu siswa dalam pembentukan kelompok secara acak serta pembagian kelompok pro dan kontra untuk nantinya menanggapi kelompok yang presentasi, kemudian mengorganisir masalah <i>socio scientific issue</i> yang telah disajikan agar tidak keluar dari batasan materi yang sedang dibahas dan tujuan pembelajaran yang sudah ditetapkan.
Tahap 3 Membantu siswa melakukan penyelidikan secara berkelompok	Guru membantu siswa untuk mencari informasi di berbagai sumber belajar ataupun referensi (internet, buku atau artikel) yang kredibel terkait dengan <i>socio scientific issue</i> yang dibahas. Siswa melakukan penyelidikan terkait <i>socio scientific issue</i> yang dikaji dalam berbagai aspek seperti aspek sosial, hukum, ekonomi dan juga kesehatan.
Tahap 4 Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	Guru membantu siswa untuk mempresentasikan dan menyiapkan karya yang sesuai sebagai hasil pemecahan masalah dalam bentuk laporan, video, atau model didukung dengan data dan fakta yang sudah dicari pada tahap sebelumnya. Kemudian kelompok pro dan kontra yang sudah dibentuk sebelumnya dapat memberikan tanggapan masukan atau saran dari berbagai aspek kehidupan seperti sosial dan ilmiah terhadap kelompok presenter sehingga semua ikut aktif berpartisipasi dalam diskusi.
Tahap 5 Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	Guru membantu siswa untuk melakukan refleksi atau evaluasi terhadap proses pemecahan masalah <i>socio scientific issue</i> yang disajikan, seperti penilaian sikap dalam pengambilan keputusan dan lain-lain. Serta siswa diberi kesempatan untuk memberikan <i>feedback</i> terhadap kelompok lain, kemudian guru akan memberikan penguatan

	terhadap materi yang terhubung dengan masalah <i>socio scientific issue</i> sekaligus memberikan perbaikan terhadap informasi dan jawaban yang didapat siswa saat presentasi.
--	---

Sumber: Dikembangkan dari sintaks (Arends, 2009)

Berdasarkan penjelasan di atas dapat ditarik kesimpulan bahwasanya pembelajaran *SSI* merupakan proses pembelajaran yang melibatkan isu-isu sosial yang ada di masyarakat dan juga bersifat kontroversial sehingga dapat dikaji dari berbagai sudut pandang dan dari berbagai aspek (aspek sosial, budaya, etika, ekonomi kesehatan dan lain-lain) dikarenakan bersifat meta analisis. Hasil penelitian D. L. Ardianti *et al.*, (2024) menyatakan bahwa penggunaan model pembelajaran berbasis masalah berbasis isu-isu sosio saintifik pada kelas eksperimen berpengaruh dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa jika dibandingkan dengan penggunaan model pembelajaran konvensional pada kelas kontrol.

Sejalan dengan hasil penelitian Habibah & Ulya (2024) menyatakan bahwa pengembangan kemampuan literasi sains siswa dapat ditingkatkan dengan pembelajaran *problem based learning* berbasis *socio scientific issue*. Dikarenakan dalam proses pembelajarannya siswa disajikan masalah terkait dengan isu sosial sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna. Sejalan dengan (D. L. Ardianti *et al.* (2024) dengan memadukan sintaks pbl dan *socio scientific issue* siswa akan lebih memaknai fenomena alam seperti banjir, longsor, kekeringan, cuaca panas, perubahan iklim dari sudut pandang sains dan berbagai mengkaji dampak serta solusi dalam berbagai aspek seperti aspek ekonomi, kesehatan, hukum dan sebagainya. Penerapan pembelajaran *Problem Based Learning* berbasis *Socio Scientific Issue* dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan literasi sains siswa.

Sejalan dengan hasil penelitian (D. L. Ardianti *et al.*, 2024) dengan penerapan e-modul IPA berbasis *SSI* cukup efektif dalam meningkatkan literasi sains siswa sehingga dapat digunakan sebagai bahan ajar pembelajaran IPA. Selaras dengan hasil penelitian Rubini *et al.*, (2019) pembelajaran dengan model pbl berbasis *socio scientific issue* dapat meningkatkan kemampuan literasi sains siswa

pada materi pemanasan global karena siswa akan mendapatkan pembelajaran bermakna yang menghubungkan solusi materi dengan kehidupan sehari-hari.

2.1.5 Materi Perubahan Lingkungan

2.1.5.1 Perubahan Lingkungan

Menurut UU No. 23 Tahun 1997, lingkungan hidup adalah satuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan, dan makhluk hidup, termasuk manusia dan perilakunya, yang mempengaruhi kelangsungan peri kehidupan dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lain. Menurut Hasim (2023) lingkungan hidup merupakan segala entitas yang berada di tempat makhluk hidup.

Keseimbangan lingkungan adalah kemampuan lingkungan untuk mengatasi tekanan dari dalam maupun aktivitas dalam menjaga kestabilan kehidupannya. Sejalan dengan pendapat keseimbangan lingkungan hidup merupakan kondisi dimana ekosistem berfungsi dengan optimal tanpa adanya gangguan yang signifikan (Husni, 2024). Keseimbangan lingkungan merupakan keseimbangan yang dinamis, yaitu keseimbangan yang dapat mengalami perubahan, tetapi perubahan ini bersifat menjaga keseimbangan komponen-komponennya dan tidak menghilangkan suatu komponen tertentu.

Kriteria lingkungan dikatakan seimbang (*equilibrium*) adalah sebagai berikut:

1. Terdapat pola-pola interaksi (arus energi, daur materi, rantai makanan/jaring-jaring makanan, piramida ekologi, daur biogeokimia, dan produktivitas) yang berlangsung secara proporsional.
2. Lingkungan homeostasis, yaitu mampu mempertahankan terhadap gangguan alam, baik gangguan secara alami maupun buatan.
3. Pertumbuhan dan perkembangan organisme berlangsung secara alami sehingga tidak ada organisme yang mendominasi terhadap organisme lainnya.
4. Memiliki daya dukung lingkungan, yaitu kemampuan lingkungan hidup untuk mendukung peri kehidupan manusia dan makhluk lainnya.

Keseimbangan lingkungan dapat terganggu jika terjadi perubahan lingkungan berupa pengurangan fungsi dari komponen atau hilangnya sebagian komponen yang dapat menyebabkan putusnya mata rantai dalam ekosistem. Faktor

penyebab perubahan lingkungan dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu faktor alam dan faktor manusia.

1. Faktor alam, antara lain gempa bumi, gunung Meletus, gelombang tsunami, tanah longsor, banjir, angin topan, dan kemarau panjang.
2. Faktor manusia, antara lain pembakaran dan penebangan hutan, pembangunan industri dan permukiman, penambangan secara liar, sistem pertanian monokultur, dan pencemaran lingkungan (misalnya akibat penggunaan pestisida dan pupuk kimia yang berlebihan).

2.1.5.2 Pencemaran Lingkungan Hidup

Lingkungan menyediakan sumber daya alam yang dibutuhkan manusia untuk menunjang kehidupannya. Namun, berbagai aktivitas manusia menghasilkan limbah yang sebagian besar tidak dikelola dengan baik dan dibuang ke lingkungan. Menurut peraturan pemerintah RI No. 18 Tahun 1999, limbah adalah suatu usaha dan atau kegiatan. Terkadang limbah membahayakan Kesehatan atau kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya.

Menurut undang-undang No. 23 Tahun 1997 Pasal 1 ayat 12, pencemaran lingkungan hidup adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga kualitasnya turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan hidup tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Bahan penyebab pencemaran disebut polutan. Suatu lingkungan dikatakan tercemar apabila jumlah atau kadar polutan melebihi ambang batas sehingga menyebabkan menurunnya kualitas atau daya dukung lingkungan dan terganggunya kehidupan makhluk hidup.

Pencemaran dapat dibedakan menjadi 4 macam yaitu pencemaran udara, air, tanah dan suara.

1. Pencemaran Udara

Atmosfer bumi tersusun dari 78% gas nitrogen, 21% gas oksigen, 0,93% gas argon, 0,032% gas karbon dioksida, dan sejumlah gas-gas kecil lain. Komposisi gas ini merupakan komposisi atmosfer yang paling sesuai untuk mendukung kehidupan di bumi. Jika jumlahnya meningkat sebagai hasil aktivitas manusia atau

akibat peristiwa alam, akan terjadi ketidakseimbangan komposisi atmosfer bumi yang menyebabkan berbagai masalah lingkungan yang juga berdampak pada kesehatan manusia. Perubahan komposisi atmosfer tersebut juga disebabkan masuknya berbagai polutan yang bukan merupakan komponen penyusun atmosfer, contohnya *Chlorofluorocarbon* (CFC). Meningkatnya kegiatan industri atau penggunaan bahan bakar fosil untuk kendaraan bermotor, menyebabkan semakin banyaknya polutan yang terbuang ke udara seperti dalam gambar 2.1.



Gambar 2.1 Pencemaran Udara

Sumber: *World Health Organization* (WHO)

Beberapa zat yang dapat menyebabkan pencemaran udara adalah sebagai berikut.

a. Karbon Monoksida (CO)

Karbon monoksida memiliki sifat tidak berwarna, tidak berbau, tidak berasa. Pada suhu udara normal, karbon monoksida berbentuk gas, sedangkan pada suhu di bawah -192°C , karbon monoksida berbentuk cair. Sebagian besar gas CO berasal dari gas buangan dari pembakaran tidak sempurna bahan yang mengandung karbon atau bahan bakar fosil (minyak). Gas CO terkadang dapat muncul dari dalam tanah melalui kawah gunung dan sumur. Pada konsentrasi tinggi gas CO sangat mematikan bagi manusia.

b. Nitrogen Oksida (NO_x)

Nitrogen Oksida (NO_x) ada dua macam, yaitu nitrogen monoksida (NO) dan nitrogen dioksida (NO_2). Sumber pencemaran NO_x berasal dari alat transportasi (kendaraan bermotor, generator pembangkit Listrik, pembuangan sampah, dan lain-lain). Gas NO bersifat tidak berwarna, tidak berbau, dan dapat teroksidasi oleh

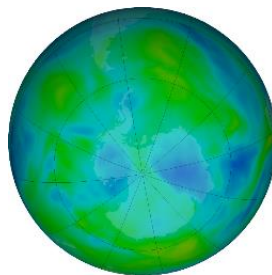
oksigen menjadi NO_2 yang bersifat toksik. NO_2 berbau menyengat dan berwarna coklat kemerahan. Dalam keadaan normal, gas NO_2 tidak berbahaya, tetapi dalam konsentrasi tinggi, NO dapat menyebabkan iritasi mata dan gangguan sistem saraf. Gas NO merupakan penyebab terjadinya hujan asam yang membahayakan kehidupan tumbuhan dan hewan, menyebabkan korosi logam serta merapuhkan struktur candi dan bangunan.

c. *Chlorofluorocarbon* (CFC) dan Halon

Chlorofluorocarbon (CFC) terbentuk dari tiga jenis unsur, yaitu Chlor (Cl), Fluor (F), dan Karbon (C). Sementara itu, halon memiliki unsur seperti CFC ditambah dengan Brom (Br). Gas CFC bersifat tidak berbau, tidak mudah terbakar, dan tidak mudah bereaksi. Gas CFC dimanfaatkan sebagai gas pendorong dalam kaleng semprot (aerosol, pengembang busa polimer, pendingin dalam lemari es dan AC (*air conditioning*), serta pelarut pembersih *microchip*. CFC memiliki nama dagang “freon”. Gas CFC yang naik ke atmosfer dapat merusak lapisan ozon (O_3). Menipisnya lapisan ozon, akan menyebabkan semakin tingginya intensitas paparan sinar ultraviolet (UV) ke bumi, sehingga memicu terjadinya kanker kulit dan kerusakan mata pada manusia, serta mematikan spesies tumbuhan tertentu.

d. Ozon (O_3)

Di atmosfer, ozon terdapat di lapisan stratosfer dan lapisan troposfer. dan Ozon di lapisan stratosfer (10-60 km dari bumi) berfungsi melindungi bumi dari sinar ultraviolet yang masuk ke bumi, sedangkan ozon di lapisan troposfer (0-10 km dari bumi) berbahaya bagi manusia jika berada dalam konsentrasi tinggi. Pencemaran gas ozon menimbulkan efek pusing dan gangguan paru-paru. Gas ozon mudah bereaksi dengan zat-zat lain dengan melepaskan satu atom oksigennya sehingga terbentuk (O_2). Lapisan ozon dapat dilihat pada gambar 2.2 berikut ini.



Gambar 2.2 Lapisan Ozon Pada Lapisan Atmosfer

Sumber: NASA 2025

Dalam gambar 2.2 lapisan ozon warna biru muda menandakan lapisan ozon yang semakin hari menipis sedangkan pada bagian yang memiliki warna biru tua gelap menandakan lapisan ozon sudah sangat tipis atau dapat disebut lubang ozon. Serta warna hijau menunjukkan lapisan ozon bumi masih normal. Pengurangan penggunaan *Chlorofluorocarbon* (CFC) dapat meminimalisir penipisan ozon sehingga lapisannya akan tetap normal berwarna hijau.

e. Gas Rumah Kaca (H_2O , CO_2 , CH_4 , O_3 , dan NO)

Atmosfer merupakan lapisan udara yang menyelimuti bumi. Atmosfer terdiri atas gas-gas yang berfungsi sebagai tameng atau filter pelindung bumi dari benda langit dan sinar ultraviolet yang menuju bumi. Lapisan atmosfer terdiri atas troposfer, stratosfer, mesosfer, dan termosfer. Troposfer merupakan lapisan terendah atmosfer dengan ketebalan sekitar 10 km di atas permukaan bumi. Pada lapisan troposfer, terdapat gas-gas rumah kaca, antara lain uap air (H_2O), karbo dioksida (CO_2), metana (CH_4), ozon (O_3), dan nitrogen oksida (NO). Gas rumah kaca menyebabkan terjadinya efek rumah kaca (*greenhouse effect*). Pada efek rumah kaca, sinar matahari yang menembus lapisan gas rumah kaca akan dipantulkan Kembali ke bumi sehingga menimbulkan panas yang terperangkap seperti pada “rumah kaca” tanpa efek rumah kaca suhu bumi akan sangat dingin. Namun semakin meningkatnya kadar gas rumah kaca, seperti CO_2 di udara akibat pembakaran hutan dan penggunaan bahan bakar fosil yang berlebihan meningkatkan efek rumah kaca, dan menyebabkan pemanasan global (*Global warming*). Meningkatnya suhu bumi akibat pemanasan global, berdampak pada mencairnya es di kutub sehingga ketinggian muka air laut. Pemanasan global juga berdampak pada iklim bumi.

f. Belerang Oksida (SO_x)

Belerang oksida dapat berupa SO_2 atau SO_3 . Gas SO_2 bebrbau menyengat dan tidak mudah terbakar. Sementara itu SO_3 bersifat reaktif, diudara mudah bereaksi dengan uap air membentuk asam sulfat (H_2SO_4) yang dapat menyebabkan hujan asam dan korosi logam. Belerang oksida berasal dari pembakaran bahan bakar fosil terutama batu bara. Pencemaran SO_2 diudara berasal dari asap pabrik

dan kendaraan bermotor. SO_2 membahayakan bagi penderita penyakit pernapasan kronis dan dapat menyebabkan kejang saluran pernapasan.

2. Pencemaran Air

Pencemaran air adalah masuknya makhluk hidup atau zat lain ke dalam air yang menyebabkan kualitas air menurun ke tingkat tertentu sehingga tidak dapat berfungsi sesuai peruntukannya. Perubahan warna pada air dikarenakan menjadi tempat pembuangan limbah rumah tangga seperti air detergen dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Pencemaran Air

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Pencemaran dapat terjadi pada air di darat atau di laut untuk menentukan air sudah tercemar atau belum, dapat dilakukan pengujian terhadap tiga parameter yaitu sebagai berikut.

- a) Parameter fisik meliputi kandungan partikel padat, zat padat terlarut, kekeruhan, warna, bau, suhu, dan Ph air. Air normal yang dapat dikonsumsi memiliki sifat tidak berbau, tidak berwarna, dan tidak berasa. Air normal memiliki Ph sekitar 0,5-7,5.
- b) Parameter kimia meliputi BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), dan DO (*dissolved oxygen*). BOD adalah ukuran kandungan oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik di dalam air. COD adalah ukuran kandungan oksigen yang diperlukan agar bahan buangan di dalam air dapat teroksidasi

melalui reaksi kimia (biasanya digunakan dalam indikator limbah cair industri). DO adalah ukuran kandungan oksigen terlarut dalam air. Kandungan zat atau senyawa kimiawi, misalnya amonia bebas, nitrogen organik, nitrit, nitrat, fosfor organik, fosfor anorganik, sulfat, klorida, belerang, logam dan gas, juga dapat dijadikan indikator pencemaran air.

- c) Parameter biologi digunakan untuk mengetahui jenis dan jumlah mikroorganisme air yang dapat menyebabkan penyakit, contohnya *Eschericia coli*, *Vibrio Cholerae*, *Salmonella typhi*, dan *Entamoeba histolytica*.

Penyebab pencemaran air dapat berasal dari sumber langsung dan sumber tidak langsung. Sumber pencemaran langsung berupa buangan (efluen) yang langsung dibuang ke badan air misalnya Sungai, saluran air, selokan, laut, danau.

3. Pencemaran Tanah

Pencemaran tanah dapat terjadi secara langsung atau tidak langsung. Pencemaran tanah secara langsung terjadi jika zat tercemar langsung mencemari tanah, misalnya dari penggunaan insektisida, fungisida, herbisida, DDT (dikloro difenil trikloroetana), dan pupuk kimiawi secara berlebihan seperti dalam gambar 2.4.



Gambar 2.4 Pencemaran Tanah

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Sementara itu, pencemaran tanah tidak langsung tidak melalui perantara air dan udara, misalnya limbah domestik, dan industri dibuang ke sistem perairan lalu polutan tersebut terserap ke dalam tanah atau zat sisa pembakaran dari pabrik dan kendaraan bermotor yang dibuang ke udara, lalu terbawa oleh air hujan dan masuk ke dalam tanah. Pencemaran tanah juga dapat disebabkan oleh limbah yang tidak

mudah terurai, misalnya plastik, kaca, sterofoam, dan kaleng. Pencemaran tanah memiliki dampak negatif, antara lain mematikan organisme di dalam tanah dan mengganggu porositas dan kesuburan tanah.

2.1.5.3 Akumulasi Bahan Pencemar dalam Rantai Makanan

Bahan pencemar yang sulit atau tidak dapat terurai di lingkungan dapat masuk ke dalam tubuh organisme dan berpindah dari satu organisme ke organisme lain melalui rantai makanan atau jaring-jaring makanan. Contohnya, bahan pencemar DDT (dikloro difenil trikloroetana) yang digunakan petani sebagai insektisida. DDT sulit terurai sehingga residunya tetap berada di air atau di tanah, yang kemudian terserap oleh ganggang atau tumbuh-tumbuhan. DDT juga tidak dapat terurai oleh reaksi dalam tubuh makhluk hidup. Jika ganggang atau tumbuhan tersebut dimakan herbivor, DDT akan berpindah ke tubuh herbivor, karnivor, dan seterusnya hingga ke konsumen pada tingkat trofik tertinggi. Pada setiap tingkatan trofik, akan terjadi peningkatan akumulasi DDT. Akumulasi terbanyak terdapat pada tingkatan trofik paling tinggi. Proses peningkatan akumulasi bahan pencemar pada tingkatan trofik paling tinggi.. proses peningkatan akumulasi bahan pencemar pada tingkatan trofik melalui rantai makanan disebut biomagnifikasi. Akumulasi DDT di dalam tubuh organisme dapat menyebabkan terjadinya gangguan fisiologi tubuh dan mutasi genetik (gen atau kromosom). Konsentrasi bahan pencemar dinyatakan dalam satuan ppm (*part per million*), yaitu perbandingan bagian dalam satu juta bagian lain. Sebagai contoh, jika konsentrasi DDT di dalam tubuh ikan besar dua ppm, berarti terdapat dua mg DDT dalam satu kg massa tubuh ikan besar.

2.1.5.4 Upaya Penanggulangan Limbah

Berdasarkan wujudnya, limbah dapat dibedakan menjadi tiga macam, yaitu limbah cair, limbah gas, dan limbah padat. Menurut Widjajanti (2009) Limbah adalah buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik industri maupun domestik (rumah tangga), yang lebih dikenal sebagai sampah, yang kehadirannya pada suatu saat dan tempat tertentu tidak dikehendaki lingkungan karena tidak memiliki nilai ekonomis (Faizah *et al.*, 2022). Namun ternyata limbah yang merupakan sisa kegiatan manusia tidak selalu bahan yang mengganggu lingkungan, melainkan ada pula berupa bahan yang masih bermanfaat

dan memiliki nilai ekonomi. Limbah yang masih bermanfaat, contohnya ampas tahu dan ampas kacang dapat dimanfaatkan untuk membuat oncom dan makanan ternak; limbah kayu industri furnitur dapat digunakan untuk membuat mainan anak-anak; dan sisa bahan makanan dan sayuran, sampah daun, dan kotoran ternak dapat dimanfaatkan untuk membuat pupuk kompos.

a. Penanganan limbah cair

Ada dua pendekatan yang dapat dilakukan dalam penanganan limbah cair dan penanggulangan pencemaran air, yaitu pendekatan non-teknis dan pendekatan teknis. Pendekatan non-teknis dilakukan dengan penerbitan peraturan sebagai landasan hukum bagi pengelola badan air dan penghasil limbah, sosialisasi peraturan, dan penyuluhan pada masyarakat. Sementara itu, pendekatan teknis dilakukan dengan penyediaan atau pengadaan sarana dan prasarana penanganan limbah, *monitoring*, dan evaluasi.

b. Meminimalkan limbah padat

Kegiatan meminimalkan limbah padat berpedoman pada konsep pelaksanaan Pembangunan berkelanjutan yang menghemat penggunaan sumber daya alam serta pembangunan yang memberi nilai tambah terhadap sumber daya alam. Menghemat penggunaan sumber daya alam dapat dilakukan dengan cara-cara berikut.

- a. *Reuse* (memanfaatkan Kembali barang bekas tanpa harus memprosesnya terlebih dahulu), misalnya menggunakan gelas air mineral bekas untuk pembibitan tanaman.
- b. *Replacement* (mengganti dengan sesuatu yang lebih hemat dan lebih aman), misalnya menggunakan daun pisang sebagai pembungkus makanan daripada menggunakan plastik.
- c. *Refusal* (menolak bahan yang membahayakan keseimbangan lingkungan dan keselamatan hidup organisme).
- d. *Repair* (memperbaiki yang kurang sesuai).
- e. *Reconstruct* (Menyusun ulang struktur yang tidak sesuai).
- f. *Redulability* (memperpanjang umur suatu benda).

- g. *Reduce* (mengurangi limbah), misalnya dengan membawa tas belanja dari rumah saat berbelanja di pasar sehingga mengurangi penggunaan kantong plastik.
- h. *Recycle* (mendaur ulang limbah), misalnya mendaur ulang kertas bekas.
- i. *Recovery* (memperoleh Kembali komponen-komponen yang bermanfaat melalui proses kimia, fisika dan biologi), misalnya batok kelapa dan sekam padi sebagai bahan bakar.

2.1.5.5 Adaptasi dan Mitigasi terhadap Perubahan Lingkungan

Adaptasi terhadap perubahan lingkungan merupakan penyesuaian diri terhadap kondisi perubahan lingkungan yang terjadi, sedangkan mitigasi adalah serangkaian upaya untuk menanggulangi, mengurangi, memperkecil risiko/dampak perubahan lingkungan, serta memulihkan kondisi lingkungan yang telah berubah. Pada dasarnya mitigasi merupakan sebuah proses yang dilakukan pada pra bencana dengan tujuan utama yaitu meminimalisir dampak bencana mulai dari korban jiwa ekonomi sampai pada kerusakan SDA (Sopacua & Salakay, 2020). Kegiatan adaptasi terhadap perubahan lingkungan, antara lain sebagai berikut:

- 1) kekeringan akibat kemarau panjang, yaitu dengan menghemat air bersih, menggunakan air bekas yang tidak mengandung detergen untuk menyiram tanaman, dan memperdalam sumur untuk mendapatkan air.
- 2) Kenaikan permukaan air laut, yaitu dengan merelokasi permukiman penduduk sehingga jauh dari pantai, membangun sistem pemecah ombak, dan memelihara hutan bakau.
- 3) Banjir, yaitu dengan membuat dan memelihara saluran drainase, rumah pompa, dan biopori, serta melakukan pengerukan saluran air.
- 4) Kebakaran hutan, yaitu dengan melakukan pemadaman api, mencegah penjarangan api ke area lain, dan menggunakan masker penutup hidung.
- 5) Longsor, yaitu dengan merelokasi pemukiman, membuat terasering pada lahan miring, serta memelihara dan merehabilitasi hutan daerah hulu.

Kegiatan mitigasi di beberapa sektor dan mencakup beberapa aspek, antara lain sebagai berikut:

- 1) Sektor pertanian, yaitu dengan mengurangi penggunaan pestisida dan pupuk kimia, menggunakan kotoran ternak untuk pupuk, serta menanam varietas unggul.
- 2) Sektor transportasi, yaitu dengan mengurangi penggunaan mobil pribadi dibawah kapasitas angkutnya serta berjalan kaki atau naik sepeda untuk transportasi jarak dekat.
- 3) Sektor kehutanan, yaitu dengan melakukan reboisasi di Kawasan penyangga serta mencegah dan menanggulangi kebakaran hutan.
- 4) Sektor energi, yaitu dengan memanfaatkan sumber energi yang dapat diperbaharui, seperti panas bumi, mikrohidro, angin, surya, dan biomassa.
- 5) Sektor pengelolaan sampah, yaitu dengan mengurangi jumlah sampah, menghemat pemakaian kantong plastik, dan melakukan pemilahan sampah untuk didaur ulang.
- 6) Sektor tata kota, yaitu dengan melakukan penghijauan, memperluas area resapan air, serta membuat dan memperbaiki saluran air.
- 7) Sektor Pendidikan, yaitu dengan memberikan penyuluhan dan pelatihan kepada pelajar terkait dengan pelestarian lingkungan hidup serta mengadakan kampanye dan gerakan kajian peduli lingkungan

2.2 Hasil Penelitian yang Relevan

Berikut ini penulis sajikan penelitian relevan dengan penelitian penulis, penelitian yang relevan yang pernah dilakukan oleh Alatas & Fauziah (2020). Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran *Problem Based Learning* secara signifikan dapat meningkatkan kemampuan literasi sains siswa, sebab dengan model ini siswa menunjukkan ketertarikan pada isu-isu kontroversial sehingga membuat mereka menjadi lebih tertarik untuk melakukan penyelidikan ilmiah, dengan begitu siswa terhubung dengan masalah langsung sehingga menjadi sarana untuk meningkatkan literasi siswa. Selanjutnya penelitian yang dilakukan Masrinah *et al.* (2019) keterampilan berpikir kritis dapat dilakukan dengan pembelajaran model pbl serta menggunakan pendekatan masalah-masalah autentik sehingga siswa tidak hanya memahami terkait konsep saja namun pembelajaran seperti ini dapat meningkatkan kemampuan bekerja sama serta keterampilan berpikir kritisnya.

Penelitian yang dilakukan oleh Triani *et al.*, (2020b) terkait *socio scientific issue* yang dapat meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah siswa karena pembelajaran ini siswa disajikan isu sains sehingga siswa termotivasi untuk menganalisis, mengevaluasi dan melihat dampaknya secara lokal, nasional maupun lebih luas lagi secara global sehingga siswa dapat mempertimbangkan dan mengambil keputusan secara rasional dan ilmiah. Dengan begitu siswa akan mulai berani berargumentasi ilmiah dengan percaya diri sebab mereka sudah melakukan penyelidikan ilmiah yang mana berdasar pada bukti ilmiah. Hal ini didukung dengan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Wulandari (2022) pembelajaran fisika dengan pendekatan *socio scientific issue* dapat meningkatkan kemandirian belajar siswa dengan didampingi guru dan kreativitas guru mampu memberikan pengalaman belajar mandiri kepada siswa.

Penelitian lain dilakukan oleh Hidayat *et al.*, (2024) menyatakan bahwa pembelajaran dengan menggunakan LKPD berbasis *socio scientific issue* dapat meningkatkan kemampuan literasi sains. Dalam proses pembelajaran menggunakan pendekatan SSI ini siswa akan semakin percaya diri untuk ikut berpartisipasi dalam diskusi pembelajaran sehingga membuat kelas menjadi lebih hidup. Sama halnya dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Galih Kirana *et al.*, (2022) menyatakan pembelajaran IPA menggunakan SSI dapat meningkatkan kemampuan literasi sains pada materi pencemaran lingkungan dengan kategori sedang. Sejalan dengan penelitian Fita *et al.*, (2021) *Problem based learning* berbasis *socio scientific issue* efektif dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan dapat digunakan sebagai alternatif solusi untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis lebih baik dengan memadukan materi yang relevan. Penerapan pembelajaran *Problem Based Learning* berbasis *Socio Scientific Issue* diharapkan dapat menjadikan pembelajaran menjadi lebih bermakna sebab pengkajian isu yang diambil berkaitan dengan isu sosial kehidupan siswa sehari-hari, meningkatkan kemampuan berargumentasi, kemampuan memecahkan masalah

Penelitian yang dilakukan oleh Balqis *et al.*, (2024) menyatakan penerapan LKPD berbasis SSI dapat meningkatkan kemampuan literasi sains siswa dalam pembelajaran IPA. Karena dalam mengumpulkan data serta menguji hipotesis

semua siswa dituntut untuk mampu menghubungkan pengetahuan yang dimiliki dengan pengamatan yang mereka lakukan serta materi yang sedang dipelajarinya. Sehingga siswa terbiasa dalam menafsirkan data, tabel sehingga dapat menghubungkannya dengan kehidupan sehari-hari.

Dari beberapa penelitian di atas, tidak ditemukan penelitian mengenai pengaruh pembelajaran *problem based learning* berbasis *socio scientific issue* terhadap kemampuan literasi sains siswa, maka dari itu penulis merasa perlu untuk melakukan penelitian tersebut. Namun tentu saja penelitian-penelitian tersebut dijadikan sebagai relevansi dengan penelitian yang akan penulis lakukan karena adanya kesamaan variabel yang akan diteliti.

2.3 Kerangka Konseptual

Berdasarkan landasan teori dan permasalahan yang sudah dijelaskan maka terbentuklah sebuah kerangka pemikiran. Kerangka berpikir merupakan suatu konsep pemikiran atau gambaran alur jawaban sementara dari permasalahan yang akan diteliti. Peneliti akan melakukan sebuah penelitian yang berkaitan dengan pengaruh pembelajaran *Problem based learning* berbasis *socio scientific issue* sebagai variabel bebas (X) terhadap literasi sains siswa sebagai variabel (Y), berikut sebagaimana kerangka berpikir dari penelitian tersebut:

Proses pembelajaran di sekolah umumnya sekarang semuanya sudah dilakukan pembelajaran dengan *student centered* dimana proses pembelajaran berpusat pada siswa. Sebagaimana diketahui bahwa bekal dasar siswa dalam pembelajaran yaitu kemampuan literasi. Literasi adalah kemampuan membaca dan menulis, dalam artian yang lebih luas literasi tidak hanya membaca dan menulis buku saja tetapi dapat memahami dan membaca keadaan sekitar. Oleh karena itu salah satu literasi yang harus sudah dimiliki setiap individu untuk bisa terus berkembang di masa depan adalah literasi sains. Pada hakikatnya sains itu memiliki tiga unsur utama yaitu produk, proses serta sikap ilmiah. Sains sebagai proses merupakan perilaku siswa dalam melakukan pembelajaran dengan melibatkan serangkaian kegiatan metode ilmiah dan sejumlah keterampilan proses sains. Tidak terlepas dari proses IPA juga menjadi salah satu kajian ilmu yang dapat menerapkan sikap ilmiah membantu siswa dalam meningkatkan keterampilannya, berpikir

kreatif, inovatif serta memahami lingkungan sekitar dengan mengembangkan rasa kepedulian sekitar. Namun berdasarkan kondisi nyata di lapangan menunjukkan bahwa kemampuan literasi sains siswa masih tergolong dalam kategori rendah. Hal ini terlihat dari banyaknya siswa yang tidak bisa membaca grafik, menginterpretasikan data, dan menyelesaikan masalah berdasarkan kajian ilmiah. Perlu adanya bimbingan guru agar dapat menciptakan suatu solusi yang tepat, untuk itu perlu adanya pembelajaran yang dapat membantu siswa mengembangkan kemampuan literasi sains, yaitu dengan menggunakan model *problem based learning*.

Model *problem based learning* merupakan salah satu model pembelajaran yang menekankan *student centered* sehingga siswa dapat terlibat aktif dalam proses pembelajaran. Selain itu, siswa disajikan masalah dalam lingkup ilmiah dan umumnya masih dalam aspek lingkup akademik, strategi pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada siswa untuk melakukan eksplorasi diri lebih jauh terhadap masalah di lingkungan sekitar. Namun dalam pemilihan masalah dengan model ini masih berada dalam kajian aspek yang sederhana, untuk itu siswa perlu diberikan permasalahan yang kajiannya meliputi berbagai sudut pandang dan berbagai aspek kehidupan. Salah satunya dengan memadukan pembelajaran *problem based learning* ini dengan pendekatan *socio scientific issue*.

Pembelajaran dengan model *problem based learning* berbasis *socio scientific issue* dapat membantu siswa dalam mengenali isu-isu di lingkungan sekitar yang dapat dikaji dari berbagai sudut pandang (*multiperspective*) serta berbagai aspek seperti aspek sosial, budaya, ekonomi, kesehatan sehingga aktif berdiskusi serta menemukan solusi pemecahan dari permasalahan yang ada sehingga siswa dapat mempertimbangkan berdasarkan pada bukti ilmiah dan membuat keputusan secara rasional. Model pembelajaran berbasis masalah ini merupakan salah satu model pembelajaran yang dapat dianjurkan untuk membangun kemampuan literasi sains dikarenakan model ini mengangkat suatu masalah sosial untuk dianalisis serta diselesaikan dengan berbagai sudut pandang.

Berdasarkan uraian tersebut maka diduga terdapat pengaruh model pembelajaran Problem Based Learning berbasis *Socio Scientific Issue* terhadap

kemampuan literasi sains siswa pada pembelajaran biologi di kelas X SMAN 6 Tasikmalaya Tahun Ajaran 2024/2025.

2.4 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka berpikir yang telah dipaparkan, dirumuskan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : Tidak ada pengaruh model PBL berbasis SSI terhadap literasi sains siswa pada materi perubahan lingkungan.

H_a : Ada pengaruh model PBL berbasis SSI terhadap literasi sains siswa pada perubahan lingkungan.