

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keterampilan argumentasi ilmiah dan literasi sains memiliki peran penting yang perlu dikembangkan dalam konteks pendidikan abad ke-21. Menurut perspektif epistemologi sains, pengetahuan dibangun melalui proses pengajuan klaim, pembuktian serta pembelaan terhadap kritik (Osborne *et al.*, 2019). Dengan demikian, pembelajaran sains tidak hanya berfokus pada pemahaman konsep, tetapi juga menekankan pengembangan kemampuan lainnya seperti kemampuan berpikir kritis serta argumentatif.

Keterampilan argumentasi ilmiah berkontribusi dalam melatih peserta didik menyusun argumen secara logis dan berbasis bukti. Christodoulou dan Diakidoy (2020), menegaskan bahwa keterampilan argumentasi ilmiah berkaitan erat dengan berpikir kritis. Sementara itu, Haruna dan Nahadi (2021) menunjukkan bahwa proses argumentasi juga mendorong perkembangan metakognitif. Keterampilan argumentasi ilmiah dapat digunakan untuk membuat, mendukung, menentang atau meningkatkan klaim ilmiah yang mengarahkan pada validasi dan kesimpulan yang kredibel berdasarkan data dan bukti empiris (Hendratmoko *et al.*, 2023). Proses tersebut sejalan dengan literasi sains, yang menekankan kemampuan memahami, menerapkan dan mengevaluasi pengetahuan ilmiah dalam konteks kehidupan nyata

(OECD, 2022). Oleh karena itu, bahwa rendahnya salah satu kemampuan akan berdampak langsung pada kemampuan lainnya.

Rendahnya keterampilan argumentasi ilmiah dan literasi sains menjadi isu global yang berdampak pada kecakapan peserta didik dalam menganalisis informasi, merumuskan argumentasi yang valid dan mengambil keputusan berbasis bukti. Berbagai penelitian di sejumlah negara menunjukkan bahwa keterampilan argumentasi ilmiah peserta didik masih berada pada kategori dibawah rata-rata, seperti di Oman, Tiongkok dan Turki yang disebabkan oleh kurangnya penerapan pembelajaran berbasis argumentasi ilmiah, keterbatasan guru dalam mengembangkan keterampilan argumentasi ilmiah, kurangnya instruksi yang jelas, tidak terintegrasi pada pembelajaran, serta minimnya praktik dan kesempatan diskusi, minimnya akses informasi yang didapatkan dan minimnya pengetahuan individual (Al-Ajmi & Ambusaidi, 2022; Zhang & Browne, 2022; Demircioğlu, 2016). Kondisi ini menegaskan bahwa rendahnya keterampilan argumentasi ilmiah bukan hanya persoalan individu, tetapi juga berkaitan dengan desain pembelajaran yang belum secara sistematis memfasilitasi pengembangan penalaran ilmiah.

Rendahnya keterampilan argumentasi ilmiah berkaitan erat dengan rendahnya literasi sains peserta didik karena keduanya sama-sama menuntut kemampuan memahami, mengevaluasi dan mengomunikasikan bukti ilmiah secara logis (Hasnunidah & Wiono, 2019). Pada konteks global, literasi sains masih menjadi tantangan utama pendidikan abad ke-21, yang terwujud dari capaian *Programme for International Student Assessment (PISA)* di berbagai negara seperti Filipina, Kosovo dan Albania yang masih tergolong rendah. Hal ini disebabkan oleh

kesulitan dalam memahami teks ilmiah, rendahnya relevansi pembelajaran dengan konteks kehidupan nyata, keterbatasan akses terhadap teknologi pembelajaran, serta ketimpangan kualitas guru, kurikulum dan sumber belajar (Bernardo *et al.*, 2023; Grajcevcic & Shala, 2020; Harizaj, 2011; OECD, 2022). Temuan tersebut menunjukkan bahwa rendahnya literasi sains tidak semata-mata ditentukan oleh kemampuan yang dimiliki setiap peserta didik, tetapi juga mencerminkan adanya permasalahan struktural dan pedagogis dalam sistem pembelajaran.

Permasalahan serupa juga terjadi di Indonesia. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa peserta didik di jenjang SMP maupun SMA masih berada pada level rendah dalam keterampilan argumentasi ilmiah. Beragam studi menunjukkan bahwa mayoritas peserta didik cenderung masih berada di level argumentasi dasar dengan kelemahan signifikan pada kemampuan mengaitkan data, menyusun *warrant*, dan memberikan *rebuttal*, yang mencerminkan belum terbentuknya struktur keterampilan argumentasi ilmiah yang utuh (Zairina & Hidayati, 2022; Rahayu *et al.*, 2020; Syerliana *et al.*, 2018). Kondisi ini mengindikasikan bahwa peserta didik belum terbiasa membangun penalaran ilmiah secara komprehensif. Selain itu, situasi tersebut tidak dapat dilepaskan dari praktik kegiatan mengajar yang mengedepankan peran guru sebagai aktor utama, lemahnya pemahaman konseptual dan teoritis, minimnya latihan menyusun argumen, dominasi metode pembelajaran satu arah, terbatasnya peran kurikulum dalam memfasilitasi penguatan keterampilan tersebut, keterbatasan model pembelajaran yang mendukung argumentasi dan ketidakjelasan panduan penilaian yang diberikan oleh guru serta lingkungan kelas yang kurang mendukung pengembangan keterampilan

argumentasi ilmiah (Masito *et al.*, 2022; Perdana *et al.*, 2020). Oleh sebab itu, rendahnya keterampilan argumentasi ilmiah tidak semata-mata merupakan persoalan kompetensi individu, tetapi juga mencerminkan kemahnya ekosistem pembelajaran dalam mendukung pengembangan berpikir kritis dan berbasis bukti secara sistematis.

Dalam konteks Indonesia, permasalahan ini menunjukkan pola yang serupa bahkan cenderung lebih mengkhawatirkan. Hasil *Programme for International Student Assessment* (PISA) memperlihatkan yakni capaian literasi sains Indonesia masih menunjukkan tingkat yang relatif rendah dan mengalami tren penurunan dari 396 pada tahun 2018 menjadi 383 pada tahun 2022 (Atmajaya *et al.*, 2021; OECD, 2022). Penurunan ini bukan saja mencerminkan lemahnya pemahaman konsep sains, melainkan juga mencerminkan belum berkembangnya kemampuan berpikir tingkat tinggi, termasuk keterampilan argumentasi ilmiah dan penalaran berbasis bukti. Oleh karena itu, rendahnya literasi sains di Indonesia bukan sekadar persoalan capaian akademik, melainkan indikasi terdapat kesenjangan antara kompetensi yang dibutuhkan pada abad ke-21 dengan implementasi pembelajaran yang diterapkan di sekolah masih belum efektif dalam memfasilitasi pengembangan keterampilan berpikir kritis dan reflektif secara terarah dan berkesinambungan.

Fenomena di atas sesuai dengan berbagai hasil penelitian terdahulu yang mengungkapkan bahwa potensi capaian literasi sains peserta didik di berbagai daerah di Indonesia masih memerlukan peningkatan. Rahmadani *et al.* (2022) melakukan sebuah penelitian dan melaporkan sebesar 66% peserta didik berada pada kategori rendah karena kurangnya latihan soal berbasis literasi sains. Hal ini

sejalan dengan hasil penelitian Utama *et al.* (2019) yang menemukan rendahnya literasi sains sebesar 55% akibat belum terintegrasi literasi sains dalam pembelajaran. Selanjutnya, Sutrisna (2021) juga menegaskan bahwa rendahnya literasi sains dipengaruhi oleh keterbatasan pemahaman guru, rendahnya minat baca, serta evaluasi yang belum terarah. Temuan serupa Jannah *et al.* (2020) dan Saputro (2022) yang menunjukkan bahwa penggunaan buku ajar elektronik yang belum sesuai, miskonsepsi peserta didik, pembelajaran yang tidak kontekstual, rendahnya kemampuan membaca, faktor-faktor seperti lingkungan dan iklim pembelajaran yang kurang kondusif, keterbatasan infrastruktur sekolah, serta persoalan pada sumber daya manusia dan manajemen sekolah menjadi penyebab masih rendahnya tingkat literasi sains (Suparya *et al.*, 2022).

Kondisi tersebut juga ditemukan pada konteks lokal di SMA Negeri 14 Palembang. Hasil pengamatan sebelumnya, menunjukkan metode ceramah masih menjadi pendekatan yang paling dominan dalam proses pembelajaran, kegiatan praktikum yang dilakukan masih bersifat prosedural sehingga belum mengarahkan peserta didik untuk menganalisis masalah dan menyusun keterampilan argumentasi ilmiah dan peserta didik belum terbiasa menghadapi permasalahan terbuka yang mengharuskan keterampilan bernalar ilmiah dengan cermat. Selain itu, bahan ajar yang digunakan belum sepenuhnya interaktif dan belum mengarahkan siswa siswi untuk mengasah potensi keterampilan argumentasi ilmiah dan literasi sains. Untuk memperkuat temuan tersebut, dilakukan tes awal (*pretest*) kepada peserta didik kelas XI di SMA Negeri 14 Palembang.

Hasil analisis *pre test* menunjukkan bahwa peserta didik memperoleh nilai rata-rata sebesar 38,67 dari skala 100 yang termasuk dalam capaian yang tergolong rendah. Peserta didik terkendala dalam mengenali masalah yang dapat diselidiki secara ilmiah, mengidentifikasi bukti yang diperlukan dalam penyelidikan ilmiah, mendemonstrasikan pemahaman konsep sains, menarik kesimpulan dan mengomunikasikan kesimpulan secara valid. Sementara itu, keterampilan argumentasi ilmiah menunjukkan rata-rata skor sebesar 25,33 berada pada kategori rendah. Jika ditinjau berdasarkan pola Toulmin, sebagian besar peserta didik hanya mampu menyampaikan klaim tanpa didukung bukti dan penalaran yang memadai.

Berbagai kajian terdahulu mengindikasikan bahwa potensi argumentasi ilmiah serta literasi sains peserta didik bisa ditingkatkan melalui penerapan media dan model pembelajaran yang inovatif. Septiani dan Muksin (2021) mengungkapkan bahwa penerapan media pembelajaran berbasis aplikasi terbukti mampu meningkatkan keterampilan argumentasi ilmiah melalui penyajian informasi yang interaktif. Selain itu, Hikmah (2019) melalui model pembelajaran *Buzz Group* menunjukkan bahwa aktivitas diskusi kelompok efektif dalam melatih peserta didik dalam menyampaikan klaim dan berbasis bukti. Sementara itu, Paramita *et al.* (2020) membuktikan bahwa pembelajaran inkuiri terbimbing terintegrasi STEM dapat meningkatkan keterampilan argumentasi ilmiah melalui proses penyelidikan dan berbasis bukti.

Di sisi lain, peningkatan literasi sains juga didukung oleh berbagai pendekatan inovatif. Takda dan Tahang (2023) implementasi model *Learning Cycle 7E* dengan dukungan simulasi PhET efektif dalam meningkatkan

pemahaman konseptual dan kemampuan berpikir ilmiah peserta didik. Pratiwi dan Lestari (2024) mengungkapkan bahwa LKPD berbasis *Problem Based Learning* tepat guna untuk melatih peserta didik menyelesaikan masalah kontekstual. Selain itu, Rafidah dan Rachmadiarti (2022) menunjukkan bahwa bahan ajar berbasis literasi dapat mengoptimalkan kemampuan peserta didik untuk memahami dan mengaplikasikan konsep sains.

Berdasarkan hasil temuan penelitian masih terdapat masih terdapat beberapa celah penelitian (*research gap*) yang memerlukan pembahasan lebih lanjut. Penelitian terdahulu lebih banyak berorientasi pada pengembangan media pembelajaran, LKPD, atau penerapan model pembelajaran tertentu, sedangkan pengembangan sumber belajar berupa buku ajar elektronik masih cenderung terbatas. Adapun, kebanyakan kajian terdahulu hanya mengkaji keterampilan argumentasi ilmiah atau literasi sains secara terpisah, sehingga belum memberikan gambaran yang utuh mengenai pengembangan kedua kompetensi tersebut secara terpadu. Kedua kompetensi tersebut memiliki keterkaitan yang erat karena keterampilan argumentasi ilmiah dan literasi sains berperan penting dalam menganalisis secara kritis, menuntaskan problem, serta menentukan kebijakan berdasarkan data empiris. Di sisi lain, beberapa penelitian pengembangan masih terbatas pada pengujian aspek validitas dan kepraktisan produk sehingga data empiris terkait keberhasilan produk tersebut dalam memengaruhi peningkatan kemampuan peserta didik belum memadai. Dengan demikian, penelitian mengenai pengembangan buku ajar elektronik berbasis tantangan terintegrasi *design thinking* untuk meningkatkan keterampilan argumentasi ilmiah dan literasi sains secara

simultan pada pembelajaran biologi di SMA masih sangat terbatas dan perlu dilakukan.

Berdasarkan kesenjangan penelitian tersebut, diperlukan pengembangan sumber belajar yang mampu mengintegrasikan keterampilan argumentasi ilmiah dan literasi sains dalam satu kesatuan proses pembelajaran. Oleh karenanya, penelitian ini mengembangkan buku ajar elektronik berbasis tantangan terintegrasi *design thinking*. Kebaruan penelitian ini berfokus pada pembaharuan buku ajar elektronik yang mengintegrasikan tantangan dan *design thinking* untuk meningkatkan keterampilan argumentasi ilmiah dan literasi sains secara simultan. Selain itu, efektivitas produk tidak hanya ditinjau dari aspek validitas dan kepraktisan, tetapi juga dianalisis menggunakan *Multivariate Analysis of Covariance* (MANCOVA). Oleh karena itu, penelitian ini diproyeksikan mampu menyumbang sumbangsih konseptual sekaligus praktis bagi kemajuan pengembangan sumber belajar inovatif yang mendukung pencapaian kompetensi abad ke-21 pada pembelajaran biologi SMA.

1.2 Identifikasi Masalah

Mengacu pada seluruh dinamika masalah yang telah diuraikan sebelumnya, maka identifikasi masalah yang dijadikan bahan penelitian yaitu sebagai berikut:

- 1.2.1 Rendahnya keterampilan argumentasi ilmiah dan literasi sains merupakan permasalahan global termasuk Indonesia

- 1.2.2 Rendahnya keterampilan argumentasi ilmiah yang menyebabkan kesulitan dalam menyusun argumentasi secara logis dan berbasis bukti ilmiah
- 1.2.3 Hasil PISA 2022 mengalami penurunan dari tahun sebelumnya sehingga menunjukkan sebagian wilayah memiliki tingkat literasi sains yang rendah
- 1.2.4 Guru cenderung menggunakan metode dan model pembelajaran yang kurang optimal untuk mendorong keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, kolaborasi dan komunikasi
- 1.2.5 Minimnya ketersediaan sumber belajar berbentuk elektronik yang mendukung pengembangan keterampilan argumentasi ilmiah dan literasi sains
- 1.2.6 Buku ajar elektronik yang digunakan cenderung bersifat konvensional yang lebih menekankan penyampaian konsep tanpa memberikan stimulus untuk membangun keterampilan berpikir kritis dan argumentasi ilmiah

1.3 Pembatasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah dipaparkan, masalah yang ingin difokuskan dalam penelitian ini yaitu minimnya ketersediaan sumber belajar berbentuk elektronik yang mendukung pengembangan keterampilan argumentasi ilmiah dan literasi sains. Penelitian ini menitikberatkan pada Pengembangan Buku ajar elektronik Berbasis Tantangan Terintegrasi *Design*

Thinking Untuk Meningkatkan Keterampilan Argumentasi Ilmiah dan Literasi Sains pada Pembelajaran Biologi SMA khususnya pada materi sistem pernapasan manusia.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan pembatasan masalah diatas, maka rumusan masalah yang dijadikan bahan penelitian yaitu sebagai berikut:

- 1.4.1 Bagaimanakah karakteristik buku ajar elektronik berbasis tantangan terintegrasi *design thinking*?
- 1.4.2 Bagaimanakah validitas buku ajar elektronik berbasis tantangan terintegrasi *design thinking* untuk meningkatkan keterampilan argumentasi ilmiah dan literasi sains pada pembelajaran biologi di SMA?
- 1.4.3 Bagaimanakah kepraktisan buku ajar elektronik berbasis tantangan terintegrasi *design thinking* untuk meningkatkan keterampilan argumentasi ilmiah dan literasi sains pada pembelajaran biologi di SMA?
- 1.4.4 Bagaimanakah efektivitas buku ajar elektronik berbasis tantangan terintegrasi *design thinking* untuk meningkatkan keterampilan argumentasi ilmiah dan literasi sains pada pembelajaran biologi di SMA?

1.5 Tujuan Penelitian

Sejalan dengan rumusan masalah yang telah dipaparkan, maka tujuan yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1.5.1 Mendeskripsikan buku ajar elektronik berbasis tantangan terintegrasi *design thinking*.
- 1.5.2 Menganalisis validitas buku ajar elektronik berbasis tantangan terintegrasi *design thinking*
- 1.5.3 Menganalisis kepraktisan buku ajar elektronik berbasis tantangan terintegrasi *design thinking*
- 1.5.4 Menguji efektivitas buku ajar elektronik berbasis tantangan terintegrasi *design thinking* dalam meningkatkan keterampilan argumentasi ilmiah dan literasi sains peserta didik.

1.6 Manfaat Penelitian

Secara praktis maupun teoretis, luaran penelitian ini diproyeksikan membawa manfaat sebagai berikut.

1.6.1 Manfaat Teoritis:

Penelitian ini ditargetkan untuk menyuplai penguatan teoretis pada pengembangan buku ajar elektronik, khususnya dalam pengembangan buku ajar elektronik berbasis tantangan terintegrasi *design thinking* serta memperkaya kajian pembelajaran abad ke-21 dalam mengembangkan keterampilan argumentasi ilmiah dan literasi sains.

1.6.2 Manfaat Praktis:

a. Bagi Peserta didik

Dengan adanya pengembangan buku ajar elektronik diharapkan dapat menjadi sarana untuk meningkatkan kemampuan berpikir analisis, menyusun argumen berbasis bukti dan membangun konsep ilmiah serta membantu memfasilitasi terciptanya pembelajaran bermakna (*meaningful learning*) yang menstimulasi keaktifan serta kemandirian belajar peserta didik dan mampu meningkatkan keterampilan argumentasi ilmiah serta literasi sains peserta didik.

b. Bagi Guru

Memperoleh buku ajar elektronik yang lebih inovatif sebagai referensi dalam pembelajaran biologi dan membantu dalam mengevaluasi perkembangan keterampilan argumentasi ilmiah dan literasi sains melalui aktivitas dalam buku ajar elektronik

1.7 Spesifikasi Pengembangan

Pada penelitian pengembangan menghasilkan sebuah produk sebagai berikut.

1.7.1 Buku ajar elektronik berbasis tantangan terintegrasi *design thinking*

1.7.2 Buku ajar elektronik disusun dengan pedoman pada ATP Biologi Kelas 11 kurikulum merdeka

1.7.3 Buku ajar elektronik membahas materi biologi kelas 11 semester 2 yang berbasis tantangan terintegrasi *design thinking* dalam memperkuat kemampuan berargumen secara ilmiah dan penguasaan literasi sains peserta didik.

- 1.7.4 Buku ajar elektronik dilengkapi dengan halaman sampul dan identitas buku; kata pengantar dan daftar isi; petunjuk penggunaan buku; Tujuan pembelajaran; peta konsep; materi pokok; video; gambar; LKPD yang terdiri fase *design thinking*; rangkuman; Tes Formatif; daftar pustaka, dan glosarium
- 1.7.5 Buku ajar elektronik disajikan dalam bentuk *Book Creator*.

1.8 Asumsi Pengembangan

- 1.8.1 Asumsi pengembangan dalam penelitian ini didasarkan pada buku ajar elektronik yang dirancang telah selaras dengan capaian dan tujuan pembelajaran kurikulum. Peserta didik lebih aktif dalam pembelajaran biologi dengan adanya buku ajar elektronik berbasis tantangan terintegrasi *design thinking* untuk meningkatkan kecakapan argumentasi ilmiah serta literasi sains dalam ruang lingkup materi biologi.

1.8.2 Keterbatasan Pengembangan

- a. Buku ajar elektronik yang dikembangkan terbatas pada beberapa materi pokok dalam pembelajaran biologi di kelas 11 Semester 2 pada materi sistem pernapasan manusia.

1.9 Definisi Operasional

Untuk menghindari kesalahpahaman terkait terminologi yang diterapkan dalam penelitian ini, maka perlu untuk memberikan penjelasan istilah sebagai berikut.

- 1.9.1 Keterampilan argumentasi ilmiah adalah kemampuan untuk membangun dan menyampaikan argumen yang didasari pada bukti ilmiah. Indikator keterampilan argumentasi ilmiah meliputi menyatakan suatu pernyataan atau pendapat yang ingin dibuktikan (*claim*), data atau bukti yang didapat dari hasil pengukuran dan observasi yang digunakan untuk mendukung klaim (*evidence*), pernyataan pembenaran yang menghubungkan data dengan klaim (*warrant*), dukungan atau argumen tambahan yang memperkuat *warrant*, berupa prinsip yang mendasari penalaran yang digunakan (*backing*), dan pernyataan sanggahan yang menunjukkan kelemahan atau kesalahan dalam argumen lain atau memperkuat klaim dengan mempertimbangkan pandangan alternatif (*rebuttal*).
- 1.9.2 Literasi sains dapat didefinisikan sebagai kapasitas individu dalam mencerna, mengkritisi, serta mengaplikasikan data ilmiah dalam kehidupan sehari-hari. Indikator literasi sains dibagi menjadi tiga area utama meliputi konten sains, proses sains dan konteks sains (OECD, 2019).