

BAB I

PENDAHULUAN

Bab pendahuluan merupakan bagian awal dari tulisan hasil penelitian yang berjudul “Pengembangan E-Modul Biologi bermuatan *Socioscientific-Issue* Tambang Emas dalam Konteks *Education for Sustainable Development* (SSITE-ESD) untuk Meningkatkan *Critical Thinking Skill* dan *Anticipatory Competency* Peserta Didik”. Pada bagian ini disajikan penjelasan terkait latar belakang penelitian, rumusan masalah, batasan masalah tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan lingkup penelitian. Berikut adalah paparan dari setiap sub-bagian tersebut.

1.1 Latar Belakang

World Economic Forum menerbitkan laporan yang berkonsentrasi pada bagaimana teknologi dapat memperbaiki kesenjangan keterampilan abad ke-21. Keterampilan yang ditekankan di abad 21 yang terintegrasi 4C yaitu, *collaboration*, *communication*, *creativity* dan *critical thinking* (Wardianti *et al.*, 2023; World Economic Forum, 2016). Kemajuan teknologi di abad ke-21 menuntut setiap orang harus memiliki keterampilan yang sangat kompleks, seperti kemampuan untuk mengatasi kompetisi di berbagai negara. Setiap orang harus memiliki keterampilan berpikir tingkat tinggi agar dapat mengatasi hal tersebut. Salah satunya adalah keterampilan berpikir kritis atau *critical thinking skill* (Nawawi & Wijayanti, 2018).

Berpikir kritis menurut Ennis (2011) adalah proses berpikir logis dan reflektif saat memutuskan apa yang harus dilakukan dan apa yang harus diyakini benar. Ide ini muncul bagi mereka yang mencoba membuat keputusan yang dapat diterima tentang apa yang benar. Keterampilan berpikir kritis adalah kemampuan dasar yang menjadi fokus utama dan prioritas dalam pengembangan berpikir dalam tantangan dunia pendidikan abad ke-21 (Nasrulloh *et al.*, 2023). Selain itu, berpikir kritis merupakan keterampilan generik yang digunakan di berbagai bidang yang berfungsi melengkapi kompetensi kunci khusus keberlanjutan dalam upaya mendorong transformasi menuju keberlanjutan, sehingga hal ini perlu dibekali oleh individu (Redman & Wiek, 2021; UNESCO, 2017).

Mohammad Farhan Umar, 2025

**PENGEMBANGAN E-MODUL BIOLOGI BERMUATAN SOCIO-SCIENTIFIC-ISSUE TAMBANG EMAS
DALAM KONTEKS EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (SSITE-ESD) UNTUK
MENINGKATKAN CRITICAL THINKING SKILL DAN ANTICIPATORY COMPETENCY PESERTA DIDIK**
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Apabila keterampilan berpikir kritis dikembangkan, peserta didik akan cenderung mencari kebenaran, berpikir terbuka, toleran terhadap ide-ide baru, memiliki rasa ingin tahu yang tinggi dan mampu beradaptasi dengan baik (Hermayani *et al.*, 2015). Namun, tingkat berpikir kritis peserta didik SMA di Indonesia masih rendah dan belum ideal (Putri *et al.*, 2022; Sonia *et al.*, 2023; Yulianis & Suryanti, 2023). Hal tersebut diperkuat pada penelitian Husnita *et al.*, (2019) bahwa pada hasil keterampilan berpikir kritis peserta didik berada pada skor 32.56%, hal ini dikarenakan beberapa faktor internal dan eksternal dan proses pembelajaran peserta didik. Penelitian Masita *et al.*, (2016) menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis peserta didik termasuk dalam kategori yang lebih rendah, dengan nilai rata-rata 34.2% yang dimana, peserta didik belum mencapai semua indikator keterampilan berpikir kritis. Sedangkan, penelitian lain menunjukkan rata-rata nilai berpikir kritis pada skor 34.17% dengan detail indikator *interpretation* 7.86%, *analysis* 6.07%, *evaluation* 5.09%, *inference* 4.73%, *explanation* 4.82%, dan *self-regulation* 5.60 (Hermayani *et al.*, 2015). Selanjutnya, penelitian Muharni *et al.*, (2019) juga menunjukkan pada indikator berpikir kritis dari Ennis seperti memberikan penjelasan sederhana pada angka 43.57%, membangun keterampilan dasar 34.28%, menyimpulkan 23.57%, memberikan penjelasan lebih lanjut 35.71% dan mengatur strategi & taktik pada angka 25.71%, hasil menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis peserta didik pada kategori rendah.

Rendahnya keterampilan berpikir kritis peserta didik disebabkan oleh kurangnya pembelajaran yang melibatkan aktivitas untuk melatih keterampilan berpikir kritis (Dewi, 2020). Selain itu, penggunaan metode ceramah secara dominan membuat peserta didik cenderung pasif (Muharni *et al.*, 2019). Kondisi ini menyebabkan peserta didik hanya menerima informasi dari guru tanpa berupaya mencari, menemukan, dan mengembangkan pengetahuan, keterampilan, serta sikap secara mandiri, sehingga perkembangan keterampilan berpikir kritis menjadi terhambat. Faktor lainnya yang berkontribusi pada rendahnya keterampilan berpikir kritis peserta didik di SMA adalah kurangnya pemahaman konsep-konsep yang

diajarkan guru dan kurangnya pengembangan keterampilan yang berkontribusi pada keterampilan berpikir kritis (Ramdani *et al.*, 2020; Sundari & Sarkity, 2021; Umam & Susandi, 2022). Peserta didik yang memiliki keterampilan berpikir kritis yang tidak mudah menerima informasi dari lingkungan mereka secara langsung, mereka akan berpikir tentang cara yang mereka gunakan dan mempelajari berbagai sudut pandangan tentang masalah, sehingga mereka mampu memperoleh pengetahuan mereka sendiri, mengevaluasi berbagai solusi, dan mengambil keputusan yang terbaik (Hayati, 2019). Selain keterampilan berpikir kritis dibutuhkan juga *anticipatory competency* untuk mengantisipasi terhadap perubahan di masa yang akan datang.

Pendidikan dianggap sebagai harapan besar untuk merancang masa depan yang lebih baik dan mengatasi krisis lingkungan (Wilujeng *et al.*, 2019). Pengetahuan, sikap dan Tindakan perlu ditekankan pada pendidikan lingkungan dapat ditingkatkan melalui salah satu kompetensi kunci atau kompetensi berkelanjutan (*sustainable competency*) dalam ruang lingkup pendidikan berkelanjutan, yaitu *anticipatory competency* (kompetensi antisipatif). *Anticipatory competency* adalah kompetensi untuk secara sistematis menganalisis, menilai, dan memperkirakan berbagai kemungkinan masa depan, sekaligus mengelola ketidakpastian dengan keyakinan bahwa masa depan dapat diarahkan menuju hasil yang lebih baik (Gardiner & Rieckmann, 2015; Wiek *et al.*, 2011). Sayangnya, *anticipatory competency* peserta didik sekolah menengah pertama di Indonesia masih tergolong rendah, di sisi lain kemampuan memprediksi peserta didik SMA untuk materi ekosistem tergolong sedang (Hasanah, 2021; Nurroniah, 2017), dan belum banyak penelitian yang lebih khusus untuk menelusuri kompetensi ini. Kompetensi memprediksi dan meramalkan merupakan aspek esensial dari kompetensi antisipatif karena keduanya melibatkan proses berpikir kritis dan analitis untuk mengidentifikasi kemungkinan masa depan serta merencanakan respons yang tepat. Namun, kompetensi yang mirip dengan *anticipatory competency* seperti memprediksi dan meramalkan masih kurang dimiliki peserta didik sekolah di Indonesia belum merata (Dewi & Khoirunisa, 2018; Nurroniah, 2017; Rosa, 2017).

Berdasarkan kurikulum terhadap capaian pembelajaran, materi Biologi dalam mata pelajaran IPA disebutkan pada akhir Fase E, peserta didik memiliki kemampuan untuk memahami sistem pengukuran, energi alternatif, ekosistem, bioteknologi, keanekaragaman hayati, struktur atom, reaksi kimia, hukum-hukum dasar kimia, dan perubahan iklim sehingga responsif dan dapat berperan aktif dalam menyelesaikan masalah pada isu-isu lokal dan global. Semua upaya tersebut diarahkan pada pencapaian tujuan pembangunan yang berkelanjutan (*Sustainable Development Goals/SDGs*). Peserta didik menerapkan pemahaman IPA untuk mengatasi permasalahan berkaitan dengan perubahan iklim (Kemendikbudristek, 2024). Keterampilan berpikir kritis (*critical thinking skill*) dan kompetensi antisipatif (*anticipatory competency*) merupakan aspek yang sejalan dengan tuntutan kurikulum serta Profil Pelajar Pancasila. Dimensi bernalar kritis mendorong keterampilan untuk mengolah dan menganalisis informasi secara objektif, yang menjadi dasar utama keterampilan berpikir kritis. Sementara itu, dimensi berakhlak mulia, khususnya akhlak kepada alam, menumbuhkan kesadaran etis terhadap dampak perilaku terhadap alam, sehingga memperkuat rasa tanggung jawab dalam pengambilan keputusan (Kemendikbudristek, 2022). Kedua dimensi ini saling melengkapi dan membentuk fondasi penting dalam pengembangan keterampilan berpikir kritis dan kompetensi antisipatif, yang memungkinkan peserta didik untuk berpikir ke depan serta merespons tantangan dengan sikap kritis dan berlandaskan nilai moral. Pengembangan keterampilan berpikir kritis dan kompetensi antisipatif peserta didik perlu didukung melalui bahan ajar yang dirancang secara efektif, sehingga proses pembelajaran dapat berlangsung secara optimal.

Bahan ajar merupakan komponen krusial dalam proses pembelajaran yang berfungsi tidak hanya sebagai sumber materi, tetapi juga sebagai alat yang memudahkan guru dalam mengelola waktu dan beralih peran menjadi fasilitator (Irawati & Saifuddin, 2018). Bahan ajar juga berperan penting dalam mendukung kemandirian belajar peserta didik efektif dan interaktif untuk mengarahkan proses pembelajaran agar mencapai tujuan keterampilan serta kompetensi yang diinginkan

(Irawati & Saifuddin, 2018; Kimianti & Prasetyo, 2019). Salah satu upaya untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik dengan mengembangkan bahan ajar yang berkualitas dan sesuai kebutuhan pembelajaran. Salah satu bentuk bahan ajar efektif adalah modul, yaitu bahan pembelajaran yang disusun secara sistematis berdasarkan kurikulum, dikemas dalam satuan pembelajaran terkecil, dan dirancang agar dapat dipelajari secara mandiri dalam waktu tertentu (Purwanto *et al.*, 2007; Setiyadi *et al.*, 2017). Pengembangan modul sebagai bahan ajar yang efektif kini semakin didukung oleh pemanfaatan teknologi digital. Hal ini juga ditegaskan oleh Pratama *et al.* (2020) bahwa salah satu cara untuk memecahkan masalah pembelajaran adalah dengan menggunakan teknologi sebagai sumber belajar. Salah satu strategi yang dapat digunakan oleh pendidik yaitu dengan adanya kolaborasi penggunaan bahan ajar yang mencakup penggunaan digitalisasi teknologi untuk membuat pembelajaran interaktif, inovatif dan kreatif dengan menggunakan tampilan dan lingkungan belajar yang lebih modern dari sebelumnya. E-modul yang dikemas menggunakan teknologi canggih berupa perangkat elektronik seperti komputer atau android, memiliki proses penyusunan konten atau isi yang terstruktur melalui studi dan referensi kurikulum yang dipilih, serta penyusunan satuan waktu tertentu (Wirawan *et al.*, 2017). E-modul dianggap sebagai perangkat bahan ajar elektronik yang menyajikan materi dalam bentuk visual seperti gambar dan animasi serta audio-visual seperti video, sehingga materi tidak terbatas pada teks tertulis (Pratiwi *et al.*, 2022).

E-modul bermuatan *socioscientific-issue* dalam konteks *education for sustainable development* (SSI-ESD) dipilih sebagai solusi untuk mengatasi rendahnya keterampilan berpikir kritis (*critical thinking skill*) peserta didik dan kompetensi antisipatif (*anticipatory competency*). E-modul adalah bahan ajar elektronik yang berfungsi sebagai sumber belajar untuk membantu peserta didik memahami konsep dan mencapai tujuan pembelajaran (Fatimah & Bramastia, 2021). Kita ketahui bersama bahwa, isu sosiosaintifik (SSI) merupakan masalah yang berada dalam kehidupan sosial yang secara konseptual berhubung dengan sains (Anagün & Özden, 2010). Sedangkan, ESD (*education for sustainable*

development) atau pendidikan untuk pembangunan berkelanjutan merupakan proses belajar yang berlangsung sepanjang hayat dan merupakan komponen penting dari pendidikan berkualitas tinggi karena meningkatkan aspek kognitif, sosial, emosional, dan perilaku dalam pembelajaran (Unesco, 2020). Selain itu, peserta didik juga diberdayakan untuk membuat pilihan dan bertindak secara bertanggung jawab untuk menjaga integritas lingkungan, keberlangsungan ekonomi, dan masyarakat yang adil untuk generasi sekarang (UNESCO, 2017).

Perlunya penggunaan e-modul SSI-ESD ini sebagai bahan ajar elektronik bagi peserta didik yang sesuai dengan karakteristiknya *self instructional* sebagai sumber belajar (Surwuy *et al.*, 2023), melalui isu sosiosaintifik yang melekat dengan masyarakat lokal dan peserta didik dikolaborasikan dengan ESD yang mengintegrasikan isu penting mengenai pembangunan berkelanjutan ke dalam pembelajaran yang dimana sebagai suatu bentuk pendidikan yang menekankan pentingnya pembelajaran untuk berkontribusi pada dunia yang berkelanjutan. Harapannya menggunakan isu yang kontekstual dengan peserta didik dan mengintegrasikan nilai-nilai ESD bisa membantu mengatasi rendahnya keterampilan berpikir kritis dan kemampuan antisipatif peserta didik. Selama ini penelitian berkaitan dengan SSI dan ESD sering terpisah, sehingga penelitian ini perlu dilakukan.

Makhluk hidup baik manusia, hewan dan tumbuhan merupakan bagian dari ekosistem yang akan berdampak di masa depan dengan fenomena-fenomena mengenai lingkungan dan perubahan iklim, penting untuk membahas isu ini dalam berbagai forum, termasuk di dalam dunia pendidikan. Pengelolaan lingkungan yang efektif bergantung pada bagaimana kita berperilaku sesuai dengan etika lingkungan perilaku yang ramah lingkungan dan mampu mempertahankan keanekaragaman hayati (Hamzah, 2024). Pendidikan lingkungan memegang peranan penting dalam menumbuhkan kesadaran dan perilaku pro-lingkungan. *Education for sustainable development* (ESD) adalah pendekatan pendidikan yang bertujuan untuk meningkatkan kesadaran dan pemahaman orang tentang Pembangunan berkelanjutan untuk mencapai agenda pembangunan global sampai tahun 2030.

Tujuan ESD untuk membangun keterampilan yang memungkinkan orang untuk mempertimbangkan bagaimana tindakan mereka berdampak pada lingkungan sosial, budaya badan ekonomi di masa depan dari sudut pandang lokal dan global (UNESCO, 2017). ESD merupakan kunci untuk mencapai SDGs karena memberikan wawasan yang luas dan futuristik tentang lingkungan global serta memberikan pemahaman, sikap, dan nilai yang relevan dengan kehidupan. Ini membantu peserta didik belajar mengolah informasi, membuat keputusan dan melakukan tindakan yang bertanggung jawab terhadap lingkungan, kelangsungan ekonomi, dan masyarakat yang adil untuk generasi saat ini dan yang akan datang (Novidsa *et al.*, 2020; Rahman *et al.*, 2019; UNESCO, 2017). ESD dapat dimasukkan kedalam kurikulum pada segala jenjang. Semua jenjang Pendidikan, termasuk tingkat dasar dan menengah dapat berkontribusi terhadap proses pendidikan yang memungkinkan generasi muda menjadi anggota masyarakat yang bertanggung jawab dan memajukan Pembangunan berkelanjutan di lingkungan mereka, baik lokal maupun global (Eilks, 2015; Unesco, 2018).

Berdasarkan Capaian Pembelajaran IPA fase E No 032 Kemendikbudristek (2024), penggunaan isu sosio-saintifik yang digabung dengan konteks ESD bisa menjadi pilihan pada pembelajaran. Pembelajaran berbasis *socioscientific-issue* (SSI) adalah pembelajaran yang menggabungkan informasi sains dengan konteks sosial untuk memberikan perspektif sains yang relevan dengan kehidupan sehari-hari. Sosiosaintifik digunakan dalam Pendidikan sains untuk mengajarkan peserta didik bagaimana menggunakan sains untuk membuat keputusan moral dan ilmiah dalam menangani masalah masyarakat. Pembelajaran SSI berfokus pada fakta, fenomena, atau peristiwa yang didasarkan pada masalah sosial yang berkaitan dengan sains saat ini (Zeidler *et al.*, 2009)

SSI merupakan permasalahan yang muncul karena adanya elemen-elemen kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi yang saling bertentangan karena hal ini tidak hanya menawarkan kemudahan, manfaat dan pertumbuhan ekonomi namun juga berbagai tantangan dan ketidakpastian bagi masyarakat dan lingkungan. Akibatnya SSI adalah masalah nyata yang harus diperhatikan dan dipersiapkan oleh

peserta didik dan warga negara (Shao Hsu *et al.*, 2022). Pembelajaran sains bisa menggunakan masalah SSI untuk tujuan tertentu, seperti: memberikan peserta didik konteks yang mendukung mereka untuk mengeksplorasi sains, membantu mereka memahami bagaimana sains berhubungan dengan masalah kehidupan sehari-hari dan menumbuhkan ketertarikan dan minat peserta didik dalam sains. Pembelajaran sains yang didasarkan pada masalah isu sosiosaintifik dapat digunakan sebagai cara yang efektif untuk mendorong minat peserta didik dalam sains (Presley *et al.*, 2013). Pembelajaran berbasis isu sosiosaintifik juga mengembangkan keterampilan berpikir kritis dengan memahami dan melakukan penalaran masalah yang kompleks, serta membangun kompetensi antisipatif melalui kompetensi merencanakan dan menilai konsekuensi jangka panjang dalam konteks isu sosiosaintifik di masyarakat (López-Fernández *et al.*, 2022; Sadler *et al.*, 2007). Pentingnya kontekstualitas dalam pembelajaran lingkungan menegaskan bahwa pengembangan keterampilan berpikir kritis dan kompetensi antisipatif tidak hanya bersifat teoritis, tetapi harus diaplikasikan dalam situasi nyata yang berdampak langsung pada kehidupan sehari-hari.

Pembelajaran lingkungan memberikan aspek kontekstualitas sangat penting karena masalah lingkungan sangat berkaitan dengan kehidupan sehari-hari, yang tidak sekadar memerlukan pengetahuan tetapi juga sikap dan keterampilan untuk menyikapi dan menyelesaikan masalah yang ada. Akibatnya, pembelajaran lingkungan harus dirancang dan dilaksanakan melalui strategi yang memenuhi aspek kontekstualitas tersebut sehingga peserta didik bisa berhadapan dengan masalah nyata di lingkungan mereka masing-masing yang berkontribusi untuk mendukung pembentukan pengetahuan, nilai, sikap, serta kemampuan untuk mengambil keputusan memecahkan masalah (Subiantoro *et al.*, 2012). Penelitian terdahulu menggunakan aspek kontekstualitas pada peserta didik untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis bisa dilakukan menggunakan model inkuiri terbimbing (*guided inquiry based learning*), pembelajaran berbasis masalah (*problem based learning*), *project based learning* dan *problem based learning* bermuatan sosiosaintifik isu pada materi ekosistem, perubahan iklim dan perubahan

lingkungan (Ilmi & Lagiono, 2019; Priadi *et al.*, 2021; Rahmawati *et al.*, 2024; Sonia *et al.*, 2023; Wilsa *et al.*, 2017)

Materi ekosistem sangat erat kaitannya dengan perubahan lingkungan yang menjadi sorotan pada pembelajaran, perubahan lingkungan sekarang sangat dekat dengan kehidupan peserta didik dan sangat mengkhawatirkan. Contohnya, kondisi laut yang tercemar oleh sampah non organik manusia yang menyebabkan satwa laut terpapar microplastik, peningkatan debit air laut karena gletser mencair, perubahan cuaca yang tidak stabil dan faktor lainnya (Nur *et al.*, 2023). Pembelajaran berbasis lingkungan pada materi ekosistem juga bisa meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik (Anggriani *et al.*, 2019). Materi mengenai lingkungan maupun ekosistem memiliki relevansi yang kuat dengan pengembangan keterampilan berpikir kritis karena topik tersebut mendorong peserta didik untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, serta menyusun argumen berdasarkan bukti ilmiah dan konteks sosial yang kompleks. Materi ini dijadikan sebagai isu sosiosaintifik, pembelajaran tidak hanya melatih keterampilan analisis dan evaluasi, tetapi mengembangkan sikap reflektif dan bertanggung jawab menghadapi masalah nyata. Hal ini selaras dengan pernyataan Istiana *et al.* (2019) bahwa isu SSI lingkungan merupakan isu yang dekat atau kontekstual yang banyak terjadi di kehidupan peserta didik sehari-hari, sehingga isu ini sangat penting untuk dimunculkan pada saat pembelajaran untuk menstimulasi keterampilan argumentasi. Saat ini kondisi lingkungan yang ada disekitar kita mengalami adanya perubahan yang menyebabkan perubahan iklim serta pencemaran lingkungan. Isu sosiosaintifik juga bersifat terbuka sehingga memungkinkan peserta didik diajak untuk berpikir kritis mengenai isu tersebut dengan peserta didik lain yang memiliki pandangan yang berbeda (Zeidler & Nichols, 2009). Urgensi isu lingkungan yang bersifat kompleks yang menuntut pemikiran kritis dan berpikir masa depan, diperlukan bahan ajar yang mampu memfasilitasi keterlibatan aktif peserta didik dalam menganalisis dan memecahkan masalah tersebut.

Bahan ajar e-modul memiliki keunggulan dibandingkan bahan ajar cetak yang sudah biasa digunakan di sekolah. E-modul tidak hanya praktis dan efisien dalam

penggunaan, tetapi mereka juga tidak membutuhkan biaya yang tinggi (Kuncahyono & Aini, 2020). Pembelajaran yang menggunakan e-modul bermuatan isu sosiosaintifik menerapkan materi sains ke dalam fenomena kehidupan sehari-hari. Pendekatan ini mendorong peserta didik untuk mempertimbangkan hubungan antara teori dan kenyataan. E-modul bermuatan isu sosiosaintifik dirancang dengan berbagai fitur interaktif bertujuan untuk memudahkan peserta didik dalam memahami materi secara mendalam dan kontekstual (Febriana *et al.*, 2023). Selain itu, e-modul berbasis ESD merupakan alat pembelajaran yang menggabungkan tiga pilar lingkungan, ekonomi dan sosial-budaya dalam proses. E-modul yang dikolaborasikan dengan ESD bertujuan untuk menanamkan kesadaran pada setiap generasi untuk menghargai lingkungan pada generasi yang akan datang (Sari *et al.*, 2024). E-modul yang dirancang khusus dimanfaatkan untuk mengangkat isu sosiosaintifik dalam konteks ESD, proses pembelajaran menjadi lebih relevan dan kontekstual, sehingga mampu mengembangkan keterampilan berpikir kritis sekaligus membangun kompetensi antisipatif. Pendekatan ini sangat penting untuk membekali peserta didik agar mampu menghadapi dan memecahkan masalah kompleks yang terjadi di masyarakat secara bertanggung jawab. Pendekatan ini meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran, memperkuat keterampilan berpikir kritis, dan mendorong kesadaran akan tanggung jawab sosial-ekonomi dalam menghadapi permasalahan kompleks yang ada di sekitar mereka. Pembelajaran tersebut membantu meningkatkan keterampilan abad 21 yaitu keterampilan berpikir kritis yang sangat penting di era modern (Kusumaningtyas *et al.*, 2020).

E-modul dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik, membuat pembelajaran lebih efisien, dan membantu mereka belajar secara mandiri (Mardiah *et al.*, 2021). Penggunaan isu sosiosaintifik pada pembelajaran dipercaya dapat membantu peserta didik memperoleh keterampilan berpikir yang lebih baik yang akan membantu mereka memecahkan masalah yang muncul dalam kehidupan mereka sehari-hari (Sismawarni *et al.*, 2020). E-modul ini dapat mengurangi jarak antara kondisi lapangan dan standar pembelajaran sehingga ada kesinambungan

antara keduanya (Novianti *et al.*, 2023), sehingga pembelajaran menggunakan isu sosiosaintifik dalam konteks ESD bisa dipelajari meskipun tidak turun langsung ke lapangan. Isu sosiosaintifik yang dimunculkan pada penelitian ini adalah mengenai isu tambang ilegal (PETI) yang masih marak dilakukan di Provinsi Sulawesi Utara khususnya Kabupaten Bolaang Mongondow, yang mengakibatkan adanya kerusakan alam tanpa memperhatikan adanya dampak di masa depan.

Aktivitas Penambangan Emas Tanpa Izin (PETI) kerap menimbulkan dampak negatif yang lebih besar dibandingkan manfaatnya. PETI merupakan bentuk kegiatan penambangan emas yang dilakukan masyarakat atau pihak tertentu tanpa memperoleh persetujuan resmi dari pemerintah (Dondo *et al.*, 2021). Pelaku pertambangan ilegal umumnya menerapkan metode penambangan lingkungan tanpa mempertimbangkan aspek keberlanjutan sumber daya alam. Mereka sering mengabaikan prinsip pertambangan yang berwawasan lingkungan dan bertanggung jawab. Kegiatan ini berdampak luas, mulai dari deforestasi, pencemaran sumber air, hingga hilangnya habitat satwa liar. Di samping kerusakan ekologis, praktik tambang ilegal juga kerap menimbulkan pelanggaran hak asasi manusia, seperti eksploitasi tenaga kerja serta konflik dengan masyarakat yang memiliki hak atas lahan (Cadizza & Pratama, 2024). Kegiatan penambangan yang tidak mematuhi ketentuan pemerintah kerap meninggalkan lubang besar bekas galian (*void*) tanpa proses reklamasi yang memadai. Lubang-lubang ini berpotensi menimbulkan banjir saat musim hujan, menjadi sumber kecelakaan, serta mengurangi produktivitas lahan pertanian di sekitarnya. Persoalan lingkungan hidup akibat PETI yang nyaris tanpa pengawasan ini menuntut perhatian serius dan pengendalian ketat agar dampak kerusakan tidak semakin meluas (Dondo *et al.*, 2021; Putra *et al.*, 2025). Pada konteks pencemaran air pastinya mengarah pada penurunan kualitas air. Air yang semula layak digunakahn untuk kebutuhan konsumsi masyarakat menjadi tidak dapat dimanfaatkan akibat meningkatnya tingkat kekeruhan. Selain itu, proses pengolahan emas sering menghasilkan limbah yang mengandung logam berat, seperti merkuri, yang kemudian terakumulasi di badan sungai dan memperburuk pencemaran perairan (Muryani, 2019).

Fenomena PETI tidak terlepas dari faktor ekonomi masyarakat setempat. Penambangan sering dijadikan alternatif untuk memenuhi kebutuhan hidup harian. Di Desa Bakan Prov. Sulawesi Utara, banyak warga menggantungkan hidupnya pada aktivitas penambangan emas karena dianggap dapat menjadi sumber penghasilan tambahan. Namun, kondisi di lapangan menunjukkan risiko yang tinggi, terbukti dengan penambangan tradisional di Desa Bakan yang tertimbun di lubang galian beberapa jasad di antaranya tidak berhasil dievakuasi. Selain itu, saat musim hujan, pembuangan limbah sering meluap ke sungai, lahan sawah, dan permukaan warga. Akibatnya, masyarakat kerap mengeluhkan perubahan warna air sungai di sekitar tempat tinggal mereka (Dondo *et al.*, 2021; Gani *et al.*, 2017). Oleh karena itu, penggunaan pendekatan pembelajaran SSI dapat diintegrasikan dengan konsep ESD untuk menanamkan kesadaran akan pentingnya keseimbangan ketiga dimensi lingkungan, sosial, dan ekonomi. Pengintegrasian ini dapat dilakukan melalui pengembangan bahan ajar yang kontekstual yang memuat isu nyata, seperti PETI, sehingga peserta didik tidak hanya memahami konsep sains, tetapi juga mampu mengkaji implikasi ekonomi, sosial, dan lingkungan secara kritis dan mengantisipasi berbagai kemungkinan di masa depan. Integrasi SSI dan ESD dalam pembelajaran telah menjadi perhatian sejumlah penelitian terdahulu, terutama dalam pengembangan e-modul yang mampu mengaitkan konsep sains dengan isu nyata. Berbagai studi menunjukkan bahwa e-modul berbasis SSI maupun ESD tidak hanya layak secara materi dan desain, tetapi juga efektif dalam meningkatkan kemampuan, keterampilan, ataupun kompetensi.

Penelitian terdahulu melakukan penelitian tentang pengembangan modul biologi berbasis ESD, melakukan uji kelayakan dan menemukan bahwa hasilnya sangat layak oleh para validator ahli (Nikmah, 2018; Rahman *et al.*, 2019; Sari & Purtadi, 2013). Selain itu, Clarisa *et al.* (2020) menemukan bahwa menggunakan *flipped classroom* dalam ESD dapat meningkatkan kemampuan kognitif peserta didik dan menanamkan *sustainability awareness* setelah kegiatan pembelajaran. Penelitian Kurniawan *et al.* (2023) menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran biologi yang didasarkan pada Pembangunan berkelanjutan memiliki karakteristik

tersendiri, salah satunya adalah potensi untuk meningkatkan kemampuan dasar bekerja ilmiah serta menumbuhkan pola pikir berkelanjutan yang terintegrasi elemen pembangunan berkelanjutan. Penggunaan kombinasi e-modul dan ESD pada materi yang relatif kompleks dari sistem pencernaan manusia dapat meningkatkan pembelajaran, meningkatkan pemahaman peserta didik tentang sistem pencernaan manusia, dan mengajarkan keterampilan berpikir kritis dan kompetensi berpikir kritis ESD pada peserta didik. Selain itu, penelitian Mardiyah *et al.* (2022) penggunaan modul berbasis isu sosiosaintifik bisa meningkatkan persepsi bioteknologi, hal ini mempengaruhi sikap publik tentang bioteknologi, seperti sikap peserta didik tentang apa yang harus dipelajari dan bagaimana mengajar peserta didik sebagai generasi penerus negara. Penelitian Zahrani *et al.* (2024) menunjukkan peserta didik dapat meningkatkan pengetahuan mereka tentang perubahan lingkungan dengan menggunakan *e-modul* berbasis isu sosiosaintifik. Nilai rata-rata sebelum dan sesudah perlakuan pembelajaran menunjukkan peningkatan, nilai pretest rata-rata 56,74 dan nilai posttest rata-rata 82,66 dan nilai N gain sebesar 0,60 pada kategori sedang. Hal ini diperkuat juga pada penelitian Andini (2023) menunjukkan penggunaan e-modul isu sosiosaintifik untuk melatih literasi lingkungan pada materi perubahan lingkungan. Adanya e-modul berbasis ESD adalah bagian dari upaya untuk menghubungkan proses pembelajaran dengan kepedulian lingkungan, keterampilan berpikir kritis dan kemandirian di masa depan (Rahman *et al.*, 2019)

Banyak peneliti di bidang pendidikan sains dan pendidikan keberlanjutan (*sustainable education*) telah meneliti cara memasukkan isu sosiosaintifik (SSI) kedalam kurikulum sains karena kesadaran akan kerusakan sosial dan lingkungan yang dapat disebabkan oleh kemajuan sains dan teknologi (Eilks, 2015; Sadler, 2004; Wolfensberger *et al.*, 2010; Zeidler *et al.*, 2019). Ada kebutuhan untuk mengeksplorasi pertanyaan-pertanyaan dalam menanggapi dokumen reformasi pendidikan sains. Misalnya menanamkan SSI, terutama yang berkaitan dengan isu-isu keberlanjutan, bagaimana pendidik dapat mempercepat pembelajaran mereka untuk SSI dan jenis strategi pengajaran yang inovatif untuk SSI yang dapat

membantu peserta didik mempersiapkan diri untuk menangani SSI di dunia yang kompleks dan selalu berubah (Shao Hsu *et al.*, 2022)

Berdasarkan latar belakang di atas, maka perlu dilakukan penelitian tentang “Pengembangan E-Modul Biologi bermuatan *Socioscientific-Issues* Tambang Emas dalam Konteks *Education for Sustainable Development* (SSITE-ESD) untuk meningkatkan *Critical Thinking Skill* dan *Anticipatory Competency Peserta Didik*”. E-modul ini mengangkat isu mengenai penambangan emas tanpa izin (PETI) di Provinsi Sulawesi Utara, terlebih khusus daerah Bolaang Mongondow Raya yang masih marak dilakukan oleh masyarakat sekitar. Kegiatan PETI yang dilaksanakan berperan sebagai mata pencaharian warga disana tanpa mempertimbangkan dampak dari kerusakan lingkungan baik jangka pendek maupun jangka kedepan yang berkontribusi terhadap kesehatan lingkungan masyarakat sekitar. Penggunaan isu ini sangat dekat dengan tempat tinggal peserta didik sehingga membantu mereka untuk menganalisis kritis dan mengantisipasi mengenai pilar lingkungan, ekonomi dan sosial terhadap isu tersebut. Peneliti sangat berharap penelitian ini dapat meningkatkan keterampilan kritis dan kompetensi antisipatif mengenai kesadaran peserta didik yang menjadi bagian dari masyarakat terhadap lingkungan yang dimulai dari peserta didik itu sendiri sebagai generasi penerus bangsa untuk menjaga lingkungan dengan baik kini dan nanti.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dipaparkan di atas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah “Bagaimana Pengembangan E-Modul Biologi bermuatan *Socioscientific-Issue* Tambang Emas dalam Konteks *Education for Sustainable Development* (SSITE-ESD) untuk Meningkatkan *Critical Thinking Skill* dan *Anticipatory Competency* Peserta Didik?”. Berdasarkan rumusan masalah tersebut, terdapat beberapa pertanyaan penelitian pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana karakteristik isu PETI di wilayah Bolaang Mongondow yang dapat diintegrasikan pada pengembangan e-modul bermuatan *Socioscientific-Issue* Tambang Emas dalam *Education for Sustainable Development* (SSITE-ESD)?

2. Bagaimana integrasi karakteristik isu PETI di wilayah Bolaang Mongondow pada pengembangan e-modul biologi bermuatan *Socioscientific-Issue* Tambang Emas dalam konteks *Education for Sustainable Development* (SSITE-ESD)?
3. Bagaimana peningkatan *critical thinking skill* peserta didik setelah menggunakan e-modul biologi bermuatan *Socioscientific-Issue* Tambang Emas dalam Konteks *Education for Sustainable Development* (SSITE-ESD) berdasarkan isu PETI di wilayah Bolaang Mongondow?
4. Bagaimana peningkatan *anticipatory competency* peserta didik setelah menggunakan e-modul biologi bermuatan *Socioscientific-Issue* Tambang Emas dalam konteks *Education for Sustainable Development* (SSITE-ESD) berdasarkan isu PETI di wilayah Bolaang Mongondow?
5. Bagaimana respons peserta didik terhadap penggunaan e-modul biologi bermuatan *Socioscientific-Issue* Tambang Emas dalam konteks *Education for Sustainable Development* (SSITE-ESD) berdasarkan isu PETI di wilayah Bolaang Mongondow?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah dan pertanyaan penelitian sebelumnya agar penelitian ini lebih terfokus dan terarah, maka masalah yang di analisis pada penelitian ini perlu dibatasi pada hal-hal berikut:

1. *Critical thinking skill* pada penelitian ini mengacu menurut Ennis (1985) dalam Rahmawati (2022).
2. *Anticipatory competency* pada penelitian ini mengacu pada *key competencies for sustainability* menurut UNESCO (2017) .
3. *Socioscientific-issue* (SSI) yang diambil pada penelitian ini adalah penambangan emas tanpa izin (PETI) di wilayah Bolaang Mongondow, Provinsi Sulawesi Utara sebagai konteks lokal.
4. Kelayakan produk e-modul SSI dalam ESD berdasarkan penilaian produk oleh validator, keterbacaan e-modul, dan uji coba skala terbatas oleh *user* atau peserta didik.

5. Materi ekosistem yang dipelajari peserta didik dalam penelitian ini berada pada Fase E mata Pelajaran IPA. Materi yang dibahas adalah konsep ekosistem, komponen biotik & abiotik, interaksi antarspesies, aliran energi, daur biogeokimia, perubahan lingkungan dan restorasi ekologi.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah dan batasan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah untuk menghasilkan *E-modul* bermuatan *Socioscientific-Issue* Tambang Emas dalam konteks *Education for Sustainable Development* (SSITE-ESD) untuk meningkatkan *critical thinking skill* dan persepsi terhadap *anticipatory competency* peserta didik SMA, serta respons peserta didik terhadap e-modul materi ekosistem bermuatan *Socioscientific-Issues* Tambang Emas dalam *Education for Sustainable Development* (SSITE-ESD) dengan isu PETI Kabupaten Bolaang Mongondow.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat pada penelitian ini, pertama, dapat mengetahui e-modul bermuatan *socioscientific-issue* dalam konteks ESD yang dikembangkan pada pembelajaran di kelas. Kedua, penelitian ini menjadi salah satu alternatif dan bahan pertimbangan kepada tenaga pendidik dalam mengembangkan e-modul bermuatan *socioscientific-issue* dalam konteks ESD dapat digunakan pada konteks pembelajaran biologi atau IPA lainnya. Ketiga, hasil temuan dari penelitian ini dapat menjadi referensi bagi peneliti lainnya yang akan melakukan penelitian yang mirip dikemudian hari.

1.6 Lingkup Penelitian

Penelitian berjudul “Pengembangan E-Modul Biologi bermuatan *Socioscientific-Issue* Tambang Emas dalam Konteks *Education for Sustainable Development* (SSITE-ESD) untuk Meningkatkan *Critical Thinking Skill* dan *Anticipatory Competency* Peserta Didik” ditulis dalam bentuk tesis dan mengacu

pada Pedoman Penulisan Karya Ilmiah UPI menuju WCU edisi 2024, dengan lingkup penelitian yang dijelaskan pada bab-bab berikut.

1. Bab I (Pendahuluan), menguraikan latar belakang penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan lingkup penelitian.
2. Bab II (Tinjauan Pustaka), menguraikan dan menjelaskan beberapa variabel dalam penelitian ini berkaitan dengan teori dan penelitian terdahulu yang relevan dengan *critical thinking skills*, *anticipatory competency*, *education for sustainable development*, *socioscientific-issue* dan konteksnya dengan tambang emas, dan *framework* pengembangan e-modul.
3. Bab III (Metodologi Penelitian), menguraikan dan menjelaskan bagaimana data diperoleh dan diolah yang meliputi metode dan Desain penelitian, lokasi dan waktu penelitian, partisipan dan teknik sampling, definisi operasional, instrumen penelitian, dan prosedur penelitian.
4. Bab IV (Hasil Penelitian), menguraikan temuan penelitian yang didapatkan mengenai pengembangan e-modul SSITE-ESD yang terdiri dari, karakteristik isu PETI di Bolaang Mongondow yang dapat diintegrasikan dalam e-modul SSITE-ESD, kelayakan pengembangan e-modul SSITE ESD, kegiatan pembelajaran kelas kontrol dan eksperimen, peningkatan *critical thinking skill* dan *anticipatory competency* peserta didik sebelum dan sesudah menggunakan e-modul SSITE-ESD pada kelas eksperimen, dan respon penggunaan modul SSITE-ESD oleh peserta didik.
5. Bab V (Pembahasan), menjelaskan pembahasan lebih lanjut berdasarkan yang diuraikan oleh pertanyaan penelitian di Bab 1 dan hasil penelitian di Bab IV berdasarkan teori pendukung dan penelitian yang terdahulu yang relevan.
6. Bab VI (Simpulan dan Saran), menguraikan dari refleksi atas apa yang sudah dijelaskan dan diuraikan secara keseluruhan dari Bab 1 hingga Bab 5 yang terdiri dari simpulan, implikasi, dan rekomendasi yang disajikan kepada pembaca atau peneliti berikutnya.