

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Masalah lingkungan kini semakin meningkat seiring pesatnya industrialisasi dan urbanisasi yang mempercepat eksplorasi sumber daya alam serta memicu berbagai permasalahan dalam ekosistem (Gill & McCollum, 2024). Kondisi ini memperburuk isu-isu global seperti perubahan iklim, hilangnya keanekaragaman hayati, krisis energi, dan ketahanan pangan, yang pada dasarnya merupakan persoalan ekologi yang saling berhubungan dan tidak dapat dipahami secara terpisah. Kompleksitas tersebut muncul karena interaksi dinamis antara faktor lingkungan, sosial, dan ekonomi yang membentuk satu kesatuan sistem (Semiz & Teksöz, 2020). Dalam memahami dan merespons tantangan yang kompleks dan saling terhubung ini, dibutuhkan kompetensi berpikir sistem. Kompetensi berpikir sistem didefinisikan sebagai kemampuan untuk mengenali dan memahami hubungan, kemampuan menganalisis sistem yang kompleks, kemampuan memahami bagaimana suatu sistem terintegrasi dalam berbagai domain dan pada berbagai skala serta kemampuan menghadapi ketidakpastian (UNESCO, 2017).

Penguasaan kompetensi berpikir sistem menjadi fondasi penting bagi peserta didik untuk memahami keterkaitan antar komponen dan menelaah permasalahan lingkungan secara menyeluruh. Peserta didik yang mengembangkan kompetensi berpikir sistem mampu memahami fenomena biologis dalam sebuah sistem secara utuh yaitu melihat bagaimana komponen-komponen dalam suatu ekosistem (seperti organisme, sumber daya alam, kondisi fisik, dan aktivitas manusia) saling berinteraksi, saling memengaruhi, dan membentuk pola keterkaitan yang lebih luas (Gilissen *et al.*, 2020). Selain itu, hasil penelitian Johariah *et al.* (2023) menyebutkan peserta didik yang memiliki kompetensi berpikir sistem akan lebih mudah menghubungkan keterkaitan antara satu masalah dengan permasalahan lainnya. Kompetensi berpikir sistem memungkinkan peserta didik untuk mengenali hubungan antar komponen secara menyeluruh, sehingga membantu mereka dalam mengambil keputusan secara bijak terhadap suatu permasalahan (Demssie *et al.*, 2023). Oleh karena itu penting membekali peserta didik kompetensi berpikir sistem.

Sejumlah penelitian yang menelaah profil kompetensi berpikir sistem peserta didik menunjukkan bahwa tingkat pencapaian kompetensi tersebut masih tergolong rendah. Kompetensi berpikir sistem peserta didik berada pada kategori kurang dan cukup (Nuraeni *et al.*, 2020). Lebih lanjut dijelaskan, dari tujuh indikator kompetensi berpikir sistem yang diadopsi dari Assaraf & Orion, (2005) menunjukkan rata-rata capaian kompetensi berpikir sistem pada level 1 (kurang) dan level 2 (cukup). temuan serupa juga ditemukan pada penelitian Effendi *et al.* (2023) hasil penelitiannya menunjukkan bahwa kompetensi berpikir sistem peserta didik masih berada pada kategori rendah. Meskipun telah diberikan perlakuan melalui pembelajaran berbasis inkuiri. Masih terdapat dua indikator yang belum dikuasai secara optimal, yakni kemampuan menganalisis hubungan antar komponen dalam suatu sistem serta hubungan antar sistem. Kondisi serupa juga terlihat pada peserta didik sekolah menengah yang menunjukkan kompetensi berpikir sistem masih tergolong rendah, khususnya pada indikator memahami cara sistem tertanam dalam domain dan skala yang berbeda (Zaradiva *et al.*, 2025).

Terdapat sejumlah faktor atau aspek yang berperan dalam memengaruhi tingkat pencapaian peserta didik terhadap kompetensi berpikir sistem. Banyak peserta didik belum melihat hubungan sebab-akibat secara mendalam dalam masalah yang terjadi pada aspek lingkungan, ekonomi, dan sosial (Harangozo *et al.*, 2018). Selanjutnya, penelitian Keynan *et al.* (2014) menunjukkan bahwa peserta didik dari berbagai usia sering menghadapi kesulitan untuk mengenali sistem yang kompleks dan membuat keterhubungan antara komponen yang menyusun sistem tersebut. Peserta didik belum mampu menganalisis dan mengorganisir interaksi antar komponen dalam sistem yang kompleks karena keterbatasan pengalaman belajar sebelumnya, di mana materi disajikan secara terpisah dan tidak terintegrasi (Rustaman, 2021). Penelitian yang dilakukan oleh Shepardson *et al.* (2014) juga menunjukkan rendahnya kompetensi berpikir sistem karena pengalaman pembelajaran yang masih terpisah-pisah. Oleh sebab itu perlu adanya pembelajaran yang kontekstual dan interdisipliner.

Konteks berpikir sistem dalam Kurikulum Merdeka secara eksplisit tercantum pada capaian pembelajaran mata pelajaran Informatika (Badan Standar Kurikulum dan Asesmen Pendidikan, 2024). Namun, pada bidang IPA, istilah

berpikir sistem tidak disebutkan secara langsung, meskipun karakteristik capaian pembelajarannya menekankan pengembangan kemampuan peserta didik untuk berpikir secara sistematis. Kemampuan dalam menghubungkan berbagai informasi, melakukan analisis, serta mengevaluasi permasalahan memiliki keterkaitan erat dengan penguasaan kompetensi berpikir sistem. Hal ini menunjukkan bahwa prinsip-prinsip berpikir sistem telah diintegrasikan secara implisit dalam Kurikulum Merdeka, terutama melalui penguatan keterampilan proses sains. Meskipun demikian, penelitian Chaidir *et al.*, (2024) mengindikasikan bahwa penerapan kompetensi berpikir sistem dalam praktik pembelajaran masih belum optimal.

Terdapat tantangan yang dijumpai dalam pengembangan kompetensi berpikir sistem. Salah satu tantangan utama adalah belum terbiasanya penerapan berpikir sistem sejak jenjang pendidikan dasar. Kondisi ini menyebabkan peserta didik kurang terlatih dalam melihat keterkaitan antar komponen dan memahami hubungan sebab-akibat dalam suatu sistem secara menyeluruh (Feriver *et al.*, 2019). Kendala lainnya yang ditemukan adalah terbatasnya kajian-kajian materi dalam konteks atau permasalahan lokal (Alford *et al.*, 2025). Sejalan dengan itu, hasil penelitian lain menunjukkan bahwa keterbatasan penerapan pembelajaran kontekstual yang mampu memperluas wawasan peserta didik dan menstimulasi kompetensi berpikir sistem menjadi salah satu hambatan dalam pengembangan kompetensi berpikir sistem (Miller *et al.*, 2023).

Kompetensi berpikir sistem yang baik menjadi landasan penting bagi terbentuknya kesadaran berkelanjutan. Melalui cara berpikir yang menyeluruh dan reflektif, individu dapat memahami bahwa setiap tindakan manusia memiliki konsekuensi terhadap keseimbangan sistem kehidupan (Prabawani *et al.*, 2022). Kesadaran berkelanjutan adalah pemahaman, sikap, dan tindakan seseorang yang saling terintegrasi untuk menjaga keberlanjutan kehidupan di bumi secara seimbang dan bertanggung jawab (Gericke *et al.*, 2018). Lebih lanjut Yuan *et al.* (2021) mendefinisikan kesadaran berkelanjutan adalah kecenderungan peserta didik untuk bertindak secara bertanggung jawab untuk meminimalkan dampak negatif terhadap isu-isu keberlanjutan, yang didasarkan pada dimensi lingkungan, sosial, dan ekonomi dalam mendukung pembangunan berkelanjutan.

Pembekalan kesadaran berkelanjutan kepada peserta didik penting untuk dilakukan, mengingat berbagai permasalahan pada dimensi lingkungan, ekonomi, dan sosial semakin meningkat, mulai dari kerusakan lingkungan, ketimpangan pertumbuhan ekonomi, hingga penurunan kualitas hidup (Hartadiyati *et al.*, 2022). Sejalan dengan penilitian Greenpeace (2020) mengungkapkan kesadaran masyarakat Indonesia terhadap keberlanjutan lingkungan masih tergolong rendah, yang tampak dari berbagai masalah lingkungan yang menjadi tanggung jawab. Sehingga, kesadaran berkelanjutan menjadi isu mendesak dalam kurikulum sekolah menengah saat ini (Hasanah *et al.*, 2024). Penelitian menunjukkan bahwa meningkatkan pengetahuan peserta didik tentang isu-isu lingkungan dapat mendorong untuk terlibat dalam perilaku ramah lingkungan (Sihombing *et al.*, 2024). Di samping itu, integrasi nilai-nilai keberlanjutan dalam kurikulum pendidikan mendorong perilaku peserta didik lebih etis dan bertanggung jawab terhadap kehidupan (Setiawan *et al.*, 2023).

Beberapa penelitian terkait penerapan pembelajaran untuk membangun kesadaran berkelanjutan telah dilakukan. Penelitian yang dilakukan oleh Yuan *et al.* (2021) menunjukkan terdapat keterbatasan pemahaman kesadaran berkelanjutan pada peserta didik di tingkatan sekolah menengah. Lebih lanjut, dalam penelitian Sari *et al.* (2024) menemukan tingkat kesadaran berkelanjutan peserta didik dalam aspek perilaku berkelanjutan berada pada kategori rendah. Penelitian yang dilakukan oleh Sadira (2021) menemukan bahwa kegiatan pembelajaran berbasis zero waste tidak memberikan dampak signifikan terhadap kesadaran berkelanjutan Peserta didik. Selain itu, pembelajaran menggunakan model PBL belum menunjukkan perbedaan yang berarti pada skor kesadaran berkelanjutan peserta didik (Nasrulloh *et al.*, 2023). Penelitian yang dilakukan Amini (2021) menyebutkan persentase kesadaran berkelanjutan peserta didik berada pada kategori sedang, namun perilaku berkelanjutan belum menunjukkan perubahan yang konsisten. Peningkatan kesadaran berkelanjutan pada peserta didik dapat terjadi dengan pembiasaan pembelajaran melihat keterhubungan dalam sebuah sistem (Shrivastava *et al* 2012).

Berdasarkan temuan terkait rendahnya kompetensi berpikir sistem dan tingkat kesadaran berkelanjutan peserta didik, diperlukan pembelajaran yang

mampu mengembangkan kedua kompetensi tersebut secara simultan. Mengacu pada konsep berpikir sistem dan kesadaran berkelanjutan, pengembangan kompetensi ini dapat dilakukan melalui pembelajaran yang menekankan partisipasi aktif peserta didik dalam menganalisis materi (Castaño *et al.*, 2025). Selain itu, pembelajaran perlu menghadirkan visualisasi yang menggambarkan keterkaitan kompleks antara dimensi ekonomi, sosial, dan lingkungan. Pengenalan isu lingkungan dan permasalahan sosial yang dekat dengan pengalaman peserta didik turut memengaruhi tingkat kompleksitas berpikir dalam konteks pembangunan berkelanjutan (Ignacio *et al.*, 2023). Pembekalan kompetensi berpikir sistem dan kesadaran berkelanjutan perlu dilakukan di sekolah. Menurut Schleicher, (2018) kompetensi berpikir sistem menjadi kunci dalam membangun kesadaran berkelanjutan, karena pendekatan ini memungkinkan individu memahami interaksi kompleks antara lingkungan, praktik sosial, regulasi, dan norma masyarakat yang memengaruhi keberlanjutan.

Salah satu inovasi yang dapat diterapkan untuk menumbuhkan kompetensi berpikir sistem dan kesadaran berkelanjutan adalah penggunaan e-modul. E-modul merupakan bahan ajar elektronik yang memungkinkan peserta didik belajar secara mandiri melalui penyajian visual, kegiatan penalaran, dan latihan yang tersusun sistematis (Fatimah & Bramastia, 2021; Prastowo, 2018). Keunggulan e-modul terletak pada kemampuannya menyajikan materi yang relevan dengan peserta didik, memberikan pemahaman yang jelas mengenai konsep ekosistem, serta mendukung pengembangan kompetensi berpikir sistem dan kesadaran berkelanjutan peserta didik secara menyeluruh. Penelitian Hayati *et al.* (2019) menunjukkan bahwa e-modul yang disusun berdasarkan konteks lokal dapat meningkatkan motivasi dan keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran. Dengan demikian, pengembangan e-modul yang mengaitkan fenomena lingkungan dan sosial di sekitar peserta didik berpotensi memperkuat kompetensi berpikir sistem sekaligus membangun kesadaran berkelanjutan (Demssie *et al.*, 2023).

Pendekatan *Education For Sustainable Development* (ESD) dapat dijadikan dasar dalam pengembangan e-modul karena menekankan keseimbangan antara dimensi lingkungan, sosial, dan ekonomi dalam proses belajar (UNESCO, 2017). ESD dapat digunakan sebagai alat pedagogis karena didasarkan pada prinsip yang

memungkinkan individu memahami dan mengevaluasi hubungan antara manusia dan semua komponen ekologi sesuai dengan definisi kompetensi berpikir sistem (Kohl *et al.*, 2022). Penerapan ESD dalam pembelajaran dapat membekali peserta didik kompetensi berpikir sistem seperti melatih peserta didik melihat keterhubungan komponen lingkungan, ekonomi dan sosial sebagai penyusun sistem sehingga memunculkan pertimbangan sebab akibat dalam mengambil sebuah keputusan (Saragih *et al.*, 2021; Ekselsa *et al.*, 2023; Vuorio *et al.*, 2024). Selain berfungsi sebagai sarana kognitif, ESD juga menjadi wahana transformasi nilai sosial, emosional, dan perilaku, sekaligus memberdayakan peserta didik untuk mengambil keputusan dan bertindak secara bertanggung jawab sehingga menumbuhkan kesadaran berkelanjutan (Beasy *et al.*, 2024). Namun, penerapan ESD dalam pembelajaran di sekolah masih sangat terbatas dan bahkan tergolong sebagai pendekatan yang relatif baru (Sriyati *et al.*, 2023), sehingga diperlukan sumber belajar yang mampu mengintegrasikan prinsip-prinsip ESD secara kontekstual dan bermakna.

Integrasi ESD pada E-Modul menjadi alternatif untuk memfasilitasi kompetensi berpikir sistem dan kesadaran berkelanjutan peserta didik. E-Modul bermuatan ESD merupakan media pembelajaran yang memuat tiga pilar dalam mencapai keberlanjutan yaitu lingkungan, sosial dan ekonomi (Abidin *et al.*, 2023). Penelitian Rahman *et al.* (2019) menunjukkan bahwa bahan ajar berbasis ESD dinilai layak digunakan dan mampu meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap keterhubungan komponen. Sementara itu, Clarisa *et al.* (2020) menemukan bahwa pembelajaran digital berbasis ESD meningkatkan kesadaran berkelanjutan peserta didik secara signifikan. Oleh karena itu, integrasi ESD dalam E-modul menjadi jembatan untuk menguatkan kompetensi berpikir sistem dan tindakan nyata yang berorientasi pada berkelanjutan. Namun, penelitian yang dilakukan oleh Hanifah, (2025) dan Budiarti *et al.* (2022) bahan ajar yang digunakan guru cenderung umum dan belum menghadirkan konteks lokal yang relevan bagi peserta didik, padahal kontekstualisasi merupakan salah satu prinsip utama dalam pengembangan bahan ajar berbasis ESD.

Untuk menerapkan prinsip-prinsip ESD secara efektif pada e-modul, pembelajaran perlu dikaitkan dengan isu-isu lokal yang relevan bagi peserta didik.

Kontekstualisasi isu lokal diperlukan untuk memaksimalkan efektivitas pembelajaran (Purwianingsih *et al.*, 2025). Salah satu contohnya adalah aktivitas industri pabrik semen di kabupaten Aceh Besar. Kegiatan produksi semen ini menimbulkan berbagai isu lingkungan, seperti penurunan kualitas udara akibat debu dan emisi, perubahan bentang alam dari kegiatan penambangan bahan baku, serta gangguan ekosistem karst di sekitar pabrik. Di sisi sosial dan ekonomi, industri ini memiliki dampak ganda yaitu, di satu sisi terdapat risiko terhadap kesehatan dan kesejahteraan masyarakat lokal, namun di sisi lain pabrik semen memberikan kontribusi melalui program pemberdayaan masyarakat, peningkatan lapangan kerja, dan dukungan kegiatan sosial (SY *et al.*, 2016). Isu lokal pabrik semen menjadi contoh nyata hubungan timbal-balik antar komponen ekosistem, aktivitas manusia, dan masyarakat, yang ideal untuk dikaji dalam e-modul bermuatan ESD. Melalui pengintegrasian isu lokal ke dalam materi ekosistem, peserta didik dapat menganalisis hubungan sebab-akibat, memahami konsekuensi perubahan, dan menumbuhkan tanggung jawab terhadap keberlanjutan lingkungan serta masyarakat di daerahnya. Meski beberapa penelitian telah menelaah kompetensi berpikir sistem dan kesadaran berkelanjutan, belum ada penelitian yang mengembangkan e-modul berbasis ESD yang mengintegrasikan isu lokal pabrik semen untuk meningkatkan kedua kompetensi secara simultan.

Capaian pembelajaran IPA Biologi yang berorientasi pada berkelanjutan menekankan pemahaman mendalam terhadap keterkaitan sistem sosial dan ekologis serta kemampuan menganalisis dampak perilaku manusia terhadap lingkungan (Badan Standar Kurikulum dan Asessmen Pendidikan, 2024). Peserta didik diharapkan tidak hanya memahami konsep, tetapi juga menunjukkan sikap reflektif dan tindakan bertanggung jawab dalam menjaga keseimbangan sumber daya alam (Ekselsa *et al.*, 2023). Penerapan ESD dalam pembelajaran IPA dan biologi dapat diintegrasikan melalui pendekatan pedagogis yang memadukan konten biologi dengan teknologi dan strategi pembelajaran inovatif, sehingga mampu menanamkan kompetensi berpikir sistemik dan kesadaran keberlanjutan kepada peserta didik (Purwianingsih *et al.*, 2025).

Pembelajaran ekosistem yang dikaitkan dengan kondisi langsung di alam, terbukti mampu melatih kompetensi berpikir sistem karena peserta didik dapat

mengamati secara nyata interaksi antar komponen biotik dan abiotik dalam suatu sistem (Amprasto *et al.*, 2012). Dalam konteks pendidikan IPA (Biologi), integrasi konsep keberlanjutan paling relevan diterapkan pada materi ekosistem, karena topik ini menelaah interaksi antar komponen biotik dan abiotik, aliran energi, serta dampak aktivitas manusia terhadap keseimbangan lingkungan (Widodo *et al.*, 2023). Dengan demikian, penerapan ESD dalam pembelajaran materi ekosistem berpotensi besar untuk mengembangkan kompetensi berpikir sistem dan menumbuhkan kesadaran berkelanjutan peserta didik terhadap lingkungan sekitarnya (Dmitrieva & Yulmetova, 2021).

Berdasarkan latar belakang diatas, maka perlu dilakukan penelitian mengenai “Pengembangan e-modul bermuatan ESD sebagai upaya meningkatkan Kompetensi Berpikir Sistem dan Kesadaran Berkelanjutan peserta didik”. E-Modul ini diharapkan mampu memberikan pengalaman belajar yang mendalam, mendorong peserta didik untuk memahami hubungan antar komponen dalam suatu sistem, serta menginternalisasi nilai-nilai keberlanjutan. Dengan demikian, peserta didik tidak hanya memperoleh pengetahuan tentang ekosistem, tetapi juga terlatih untuk berpikir kritis, sistematis, dan bertindak dalam kerangka keberlanjutan untuk masa depan yang lebih baik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan di atas, maka rumusan masalah pada penelitian ini yaitu “Bagaimana pengembangan e-modul bermuatan ESD yang mengintegrasikan isu pabrik semen sebagai upaya meningkatkan kompetensi berpikir sistem dan kesadaran berkelanjutan peserta didik?” Berdasarkan rumusan masalah tersebut, terdapat beberapa pertanyaan penelitian yaitu:

- a. Bagaimana karakteristik isu pabrik semen di Kabupaten Aceh Besar yang dapat diintegrasikan dalam pengembangan e-modul bermuatan ESD?
- b. Bagaimana integrasi Isu pabrik semen di Kabupaten Aceh Besar pada pengembangan E-Modul bermuatan ESD ?
- c. Bagaimana peningkatan kompetensi berpikir sistem peserta didik setelah pembelajaran menggunakan E-Modul bermuatan ESD?

- d. Bagaimana peningkatan kesadaran berkelanjutan peserta didik setelah pembelajaran menggunakan E-Modul bermuatan ESD?
- e. Bagaimana respons peserta didik terhadap penggunaan e-modul bermuatan ESD?

1.3 Batasan Masalah

Untuk memperjelas batasan masalah agar penelitian lebih terarah dan tidak meluas, adapun batasan yang ditetapkan peneliti sebagai berikut:

- a. Materi yang digunakan pada pengembangan e-modul bermuatan ESD dengan karakteristik isu pabrik semen di Kabupaten Aceh besar yaitu materi ekosistem pada tingkat SMA dengan sub materi komponen ekosistem dan interaksi antarkomponennya, tipe-tipe ekosistem, aliran energi, daur biogeokimia dan konservasi serta restorasi ekosistem.
- b. Integrasi isu lokal terkait aktivitas industri pabrik semen digunakan sebagai konteks pengembangan e-modul bermuatan ESD. Isu yang diangkat difokuskan pada tiga pilar keberlanjutan, yaitu lingkungan, sosial, dan ekonomi, yang diperoleh melalui wawancara serta penelusuran pemberitaan media massa. Pada aspek lingkungan, batasan penelitian mencakup isu kualitas air dan udara, dampak terhadap ekosistem karst, serta praktik konservasi lahan pasca tambang yang dilakukan pabrik semen. Pada aspek ekonomi, penelitian dibatasi pada kontribusi perusahaan terhadap penyerapan tenaga kerja lokal. Pada aspek sosial, fokus dibatasi pada dinamika hubungan antara pabrik semen dan masyarakat, termasuk konflik lahan yang dialami warga di area penambangan bahan baku pembuatan semen. Seluruh isu tersebut digunakan hanya sebagai bahan integrasi dalam e-modul untuk menumbuhkan pemahaman peserta didik mengenai keterhubungan komponen dalam sistem serta penerapan konsep keberlanjutan melalui tiga pilar ESD.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh informasi mengenai karakteristik isu pabrik semen di Kabupaten Aceh Besar yang dapat diintegrasikan dalam e-modul bermuatan ESD, memperoleh informasi mengenai bentuk integrasi isu pabrik semen di Kabupaten Aceh Besar dalam E-Modul bermuatan ESD, menghasilkan E-Modul bermuatan ESD dengan

karakteristik isu pabrik semen di Kabupaten Aceh Besar yang valid, memperoleh informasi mengenai peningkatan kompetensi berpikir sistem dan kesadaran berkelanjutan peserta didik setelah pembelajaran menggunakan E-modul bermuatan ESD, dan mendapatkan informasi respons serta tanggapan peserta didik dalam pembelajaran menggunakan E-modul bermuatan ESD yang dikembangkan.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi terkait dengan perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya pada pendidikan Biologi. Selain itu, dapat menjadi referensi bagi peneliti selanjutnya dengan tema penelitian berpikir sistem dan kesadaran berkelanjutan. Penelitian ini juga diharapkan memberikan manfaat bagi guru-guru yang berada di kabupaten Aceh Besar untuk memanfaatkan bahan ajar bermuatan ESD dalam materi ekosistem.

1.6 Struktur Organisasi Tesis

Penelitian dengan judul “Pengembangan E-Modul Bermuatan ESD sebagai upaya Meningkatkan Kompetensi Berpikir Sistem dan Kesadaran Berkelanjutan Peserta Didik” ditulis dalam bentuk tesis yang mengacu pada pedoman penulisan karya ilmiah Universitas Pendidikan Indonesia tahun 2024, dengan struktur penulisan Bab I sampai VI. Bab I (Pendahuluan) menguraikan latar belakang penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan lingkup penelitian. Bab II (Tinjauan Pustaka), menguraikan dan menjelaskan beberapa variabel dalam penelitian ini berkaitan dengan teori dan penelitian terdahulu yang relevan dengan kompetensi berpikir sistem, kesadaran berkelanjutan, *education for sustainable development*, pengembangan e-modul dan konteksnya dengan pabrik semen. Bab III (Metode 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. Bab IV (Hasil Penelitian), menguraikan temuan penelitian yang didapatkan mengenai pengembangan e-modul bermuatan ESD yang terdiri dari karakteristik isu pabrik semen di kabupaten Aceh Besar yang dapat diintegrasikan dalam e-modul bermuatan ESD, kelayakan pengembangan e-modul bermuatan ESD, kegiatan pembelajaran kelas eksperimen dan kontrol, peningkatan kompetensi berpikir

sistem dan kesadaran berkelanjutan peserta didik sebelum dan sesudah menggunakan e-modul bermuatan ESD pada kelas eksperimen dan respons penggunaan modul bermuatan ESD oleh peserta didik. Bab V (Pembahasan), menjelaskan pembahasan lebih lanjut berdasarkan yang diuraikan oleh pertanyaan penelitian di Bab I dan hasil penelitian di Bab IV berdasarkan teori pendukung dan penelitian yang terdahulu yang relevan. Bab VI (kesimpulan dan saran), menguraikan dari refleksi atas apa yang sudah dijelaskan dan diuraikan secara keseluruhan dari Bab I hingga Bab V yang terdiri dari kesimpulan, implikasi, dan rekomendasi yang disajikan kepada pembaca atau peneliti berikutnya.