

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Era Society 5.0 membawa tantangan baru bagi pendidikan, terutama dalam membekali generasi muda dengan kemampuan literasi sains dan kesadaran keberlanjutan (*sustainability awareness*). Society 5.0 menghadirkan integrasi teknologi dalam berbagai aspek kehidupan, dengan salah satu tujuan di dalamnya yakni terciptanya masyarakat yang memiliki *environmental harmony* (Anggraini & Indah, 2021; Radzi et al., 2022; E. R. Salsabila et al., 2019). Hal ini bertujuan menciptakan individu yang mampu menggunakan informasi dan teknologi yang ada dalam mengambil keputusan berbasis keberlanjutan untuk menghadapi tantangan lingkungan, sosial, dan ekonomi (Kioupi & Voulvoulis, 2022a; Supa'at & Ihsan, 2023). Dalam konteks ini, literasi sains menjadi aspek krusial yang memungkinkan individu untuk memahami dan menganalisis fenomena ilmiah berdasarkan informasi dan data yang valid, serta mengambil keputusan berbasis data untuk menghadapi isu-isu global seperti perubahan iklim dan transisi energi. Individu dengan kemampuan literasi sains yang mumpuni dapat berperan aktif dalam menciptakan solusi inovatif yang mendukung pembangunan berkelanjutan serta mampu beradaptasi dengan perubahan global yang semakin kompleks (Sifah et al., 2024). Selain itu, kesadaran akan keberlanjutan menjadi faktor yang tidak kalah penting dalam menghadapi era society 5.0 ini. Gaya hidup berkelanjutan menjadi tujuan utama dalam pemanfaatan teknologi dan informasi di era ini. Individu yang memiliki kesadaran keberlanjutan tentunya akan mempertimbangkan segala aspek dalam kehidupannya untuk keberlanjutan kehidupan selanjutnya. Untuk itu diperlukan pendidikan yang mendukung pengenalan akan keberlanjutan serta menumbuhkan kemampuan literasi sains siswa di sekolah sehingga dapat mewujudkan individu yang cerdas, peduli lingkungan, dan siap menghadapi tantangan masa depan.

Meskipun pembelajaran berbasis keberlanjutan memiliki peranan penting dalam membentuk kemampuan literasi sains dan kesadaran keberlanjutan siswa, implementasinya, khususnya melalui penggunaan e-modul berbasis keberlanjutan, masih sangat terbatas dalam lingkungan pendidikan. Kondisi ini mengakibatkan potensi peningkatan literasi sains dan kesadaran keberlanjutan siswa belum dapat dimaksimalkan secara optimal. Bahan ajar berbasis keberlanjutan memiliki potensi sebagai media pembelajaran yang efektif untuk mengintegrasikan konsep-konsep keberlanjutan secara interaktif serta relevan dengan isu global terkini, seperti perubahan iklim dan tantangan lingkungan lainnya. Keterbatasan dalam ketersediaan dan pemanfaatan e-modul tersebut serta rendahnya penerapan pendekatan pembelajaran transformatif menghambat pengembangan keterampilan berpikir kritis dan pengambilan keputusan yang bertanggung jawab terhadap lingkungan oleh siswa.

Pendidikan untuk Pembangunan Berkelanjutan (*Education for Sustainable Development/ESD*) menawarkan pendekatan transformatif untuk mengatasi tantangan pendidikan dan lingkungan yang saling terkait, khususnya dalam menghadapi era society 5.0. Berdasarkan kerangka UNESCO ESD 2030, ESD menekankan pentingnya pendidikan yang menyeimbangkan dimensi sosial, ekonomi, dan lingkungan untuk membangun masyarakat yang lebih berkelanjutan dalam pembelajaran (UNESCO, 2020, 2021). Implementasi ESD bertujuan untuk meningkatkan kemampuan siswa dalam berpikir kritis, memecahkan masalah kompleks, serta mengambil perilaku yang mendukung keberlanjutan (Ferguson et al., 2021; Wu, 2019).

Implementasi ESD dalam pendidikan tidak diperlakukan sebagai subjek independen, melainkan diintegrasikan dengan kurikulum pendidikan, baik dalam kegiatan intrakurikuler (pembelajaran di kelas) maupun kegiatan ekstrakurikuler (kegiatan di luar kelas) (Kemendiknas, 2010; Perwitasari et al., 2023). Pendekatan ini sejalan dengan tujuan yang diuraikan oleh Kementerian

Pendidikan Nasional, yang menekankan integrasi prinsip-prinsip pembangunan berkelanjutan, nilai-nilai, dan praktik dalam pembelajaran.

Melalui ESD dapat disisipkan pesan pembangunan berkelanjutan ke dalam proses pengajaran dan proses pembelajaran di sekolah. Hal ini termasuk mendorong dan mempersiapkan siswa untuk memberikan solusi terhadap masalah lingkungan, sosial, dan ekonomi, hingga membuat keputusan yang mempromosikan keberlanjutan (Kemendiknas, 2010). Kemampuan pemecahan masalah, literasi sains, kemampuan berpikir kritis, dan kesadaran keberlanjutan melalui pemanfaatan teknologi menjadi hal utama yang akan diajarkan kepada siswa dalam pembelajaran berbasis ESD (Ferguson et al., 2021; Hoque et al., 2022; Pakpahan et al., 2023; Untung Ritonga et al., 2025).

Dalam pembelajaran berbasis ESD diharapkan siswa dapat mempelajari isu-isu lingkungan, ekonomi hingga global yang relevan dengan kehidupannya sehari-hari. Untuk itu pembelajaran berbasis ESD yang dilakukan memerlukan bahan ajar yang mampu dengan fleksibel dan kredibel memfasilitasi siswa dalam mengakses informasi, data, ataupun berita yang relevan terkait isu-isu yang dipelajari. Menurut Magdalena et al. (2023), bahan ajar memiliki peran yang sangat penting dalam mendukung proses pembelajaran yang efektif. *E-modul* sebagai salah satu bahan ajar yang dapat digunakan siswa secara mandiri menjadi inovasi yang tepat dalam pembelajaran berbasis ESD.

E-modul atau elektronik modul adalah bahan ajar dalam format elektronik yang disusun secara sistematis untuk mendukung pembelajaran mandiri, interaktif, dan dinamis (Dwi Prasetyo, 2021; Syafitri, 2022; Wijaya et al., 2019). Sebagai bahan ajar yang terintegrasi penggunaannya dengan teknologi, *e-modul* memberikan beberapa kelebihan dibandingkan dengan penggunaan bahan ajar lain, seperti buku ataupun lembar kerja siswa. Salah satu kelebihan penggunaan *e-modul* adalah aksesibilitas universal bagi siswa terlepas dari alat digital yang digunakan untuk belajar (komputer, tablet, *smartphone* hingga lokasi geografis pengguna. Selain itu, *e-modul* juga memiliki kelebihan berupa *self-contained*

dan *stand alone*, di mana *e-modul* dapat digunakan tanpa tergantung pada bahan ajar lain. Isi dalam konten *e-modul* dapat memuat beragam elemen dalam pembelajaran dari materi pelajaran, metode, dan evaluasi yang dilengkapi dengan teks, gambar, audio, video, animasi, hingga tautan (*link*) yang dapat membuat pembelajaran menjadi lebih menarik dan lebih interaktif (Akhmad Haryono et al., 2017). Menurut Lastri (2023), penggunaan *e-modul* dalam pembelajaran dapat memfasilitasi siswa dalam mengasah kemampuan *problem-solving*, berpikir kritis dan kreatif yang merupakan kemampuan yang diperlukan untuk meningkatkan literasi sains siswa. *E-modul* juga menawarkan fleksibilitas pada guru dalam hal perancangan isi ataupun konten yang ingin disisipkan. Melalui *e-modul*, guru dapat menyisipkan nilai-nilai tertentu sesuai dengan target yang relevan.

Pembelajaran berbasis ESD tentunya akan terbantu dengan penggunaan *e-modul* sebagai teknologi yang relevan dan dekat dengan siswa. Dengan *e-modul* berbasis ESD, siswa dapat mempelajari isu-isu lingkungan hingga global dengan lebih aktual dan faktual melalui beragam elemen yang dapat diberikan dalam *e-modul*. Namun, *e-modul* berbasis ESD saat ini masih jarang ditemui karena sebagian besar pembelajaran di sekolah masih menggunakan bahan ajar lain. Penggunaan bahan ajar dengan metode tradisional seperti buku ataupun lembar kerja siswa (LKS) sebagai bahan ajar utama masih menjadi hal yang sering ditemui sampai saat ini (Afian & Sahratullah, 2023; Najwa & Suhartini, 2023; Pratiwi et al., 2023; Rahmatsyah & Dwiningsih, 2021). Bahan ajar yang digunakan masih cenderung kurang relevan dengan isu keberlanjutan dan kebutuhan abad ke-21. Untuk itu, diperlukan pembuatan *e-modul* berbasis ESD yang dapat memfasilitasi siswa dalam menjawab tantangan seputar isu lingkungan, global, dan keberlanjutan yang juga dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam literasi sains.

Beberapa penelitian dalam penggunaan *e-modul* sebelumnya terbukti mampu membantu siswa dalam meningkatkan kemampuan literasi sains dan

meningkatkan motivasi siswa. Elistiana et al. (2024) dalam penelitiannya menggunakan *e-modul* berbasis SETS (*Science, Environment, Technology, and Society*) untuk meningkatkan kemampuan literasi sains siswa sebesar 54,38%. Adapun juga penelitian oleh Fitriani & Amalia (2023) yang mengemukakan adanya peningkatan kemampuan literasi sains siswa setelah melaksanakan pembelajaran polusi menggunakan *e-modul* berbasis SSI (*Socio-Scientific Issue*) yang menghadirkan isu-isu terkini mengenai polusi. Hasil penelitian di atas menunjukkan bahwa *e-modul* tidak hanya memiliki kelayakan dan kepraktisan yang baik untuk digunakan dalam pembelajaran, tetapi juga berkontribusi secara signifikan terhadap peningkatan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep sains, kemampuan literasi sains, berpikir kritis, serta keterampilan pemecahan masalah. Namun adanya, penelitian yang memfokuskan penggunaan *e-modul* berbasis ESD untuk meningkatkan literasi sains dan kesadaran keberlanjutan masih minim, sehingga dibutuhkan penelitian yang dapat memanfaatkan *e-modul* dalam pembelajaran berbasis ESD dengan tujuan meningkatkan literasi sains dan kesadaran keberlanjutan siswa dengan tujuan mempersiapkan siswa menghadapi era society 5.0.

Literasi sains masih menjadi variabel utama dalam keberhasilan pembelajaran berbasis ESD. Melalui pembelajaran dengan *e-modul* berbasis ESD diharapkan dapat melahirkan individu yang mampu membuat keputusan yang tepat terkait lingkungan dan menerapkan gaya hidup berkelanjutan (Laessoe et al., 2009; Rosenburg, 2007). Literasi sains menjadi dasar kemampuan bagi siswa dalam memahami dan mengaplikasikan konsep-konsep sains secara relevan dengan isu-isu keberlanjutan (Leonard, 2015). Namun faktanya, literasi sains di Indonesia masih memerlukan perhatian khusus dalam pembelajaran sampai saat ini.

Melalui hasil PISA 2012 hingga 2022 oleh *Trend International Mathematics and Science Study (TIMSS)*, Indonesia masih berada di peringkat 10 terbawah dari negara-negara peserta. Dalam penilaian PISA 2022, Indonesia

menempati peringkat 67 dari 81 negara peserta dengan skor dalam literasi sains sebanyak 383 poin, di mana walaupun peringkat Indonesia mengalami kenaikan namun untuk poin dalam literasi sains turun sebanyak 13 poin dari penilaian sebelumnya. Selain itu, melalui tes NOSLiT yang dilakukan oleh Ictte & Uns (2015a) juga didapatkan hasil yang kurang memuaskan dengan memperoleh skor rata-rata 48% siswa saja yang mampu mencapai tingkat kompetensi minimum literasi sains. Hal ini menunjukkan bahwa sebanyak 70% siswa belum mencapai tingkat kompetensi minimum dalam aspek literasi dan matematika, sementara 60% siswa belum memenuhi standar kompetensi dalam literasi sains (OECD, 2023a). Beberapa faktor yang mempengaruhi hal ini menurut OECD (2023a) dan Nuryanti et al. (2023) antara lain, kurikulum sekolah, bahan ajar berorientasi literasi sains yang minim, dan metode pembelajaran yang kurang mendukung siswa dalam mengembangkan kemampuan literasi sainsnya.

Literasi sains tidak hanya mencakup kemampuan membaca dan memahami konsep-konsep sains, tetapi juga melibatkan keterampilan dalam menerapkan pengetahuan sains untuk memecahkan masalah serta menarik kesimpulan berdasarkan data empiris, khususnya dalam konteks pekerjaan dan kehidupan sehari-hari. Berdasarkan pemahaman tersebut, pembelajaran sains dapat memberikan pengalaman belajar yang langsung dan bermakna bagi siswa. Hal ini sejalan dengan definisi literasi sains menurut OECD, yaitu kemampuan untuk memanfaatkan pengetahuan ilmiah dalam mengidentifikasi pertanyaan, menjelaskan dampak dari kesimpulan yang diambil, serta mendukung pengambilan keputusan terkait isu dan perubahan yang terjadi akibat aktivitas manusia. (OECD, 2019). Rendahnya tingkat literasi sains tersebut menjadi tantangan signifikan dalam mempersiapkan generasi muda menghadapi isu global, termasuk transisi energi rendah karbon yang memerlukan pemahaman holistik tentang sains dan keberlanjutan.

Di sisi lain, Indonesia menghadapi tantangan besar dalam transisi energi rendah karbon. Target bauran energi terbarukan pada tahun 2025 telah

diturunkan dari 23% menjadi hanya 17-19%, sementara campuran energi terbarukan stagnan di angka 14% pada tahun 2024 (Hidayatullah, 2025; Sisdwingraha et al., 2025). Sektor energi juga menyumbang sekitar 45% dari total emisi karbon nasional, menjadikannya salah satu penyumbang utama perubahan iklim (Kementrian ESDM, 2024). Energi rendah karbon telah menjadi kekhawatiran yang signifikan dalam masalah lingkungan saat ini. Rendahnya kesadaran keberlanjutan pada generasi muda menjadi salah satu hambatan dalam mendorong perubahan perilaku menuju penggunaan energi terbarukan.

Anggraini & Indah (2021) juga mengemukakan bahwa terbukti adanya korelasi positif antara kesadaran keberlanjutan dan dukungan publik terhadap energi terbarukan melalui pendidikan dapat menjadi katalisator penting bagi transisi energi nasional. Dalam konteks pembelajaran IPA berbasis ESD, penggunaan *E-modul* dalam pembelajaran IPA, khususnya dalam pembelajaran energi rendah karbon, dapat digunakan sebagai sumber ajar yang lebih interaktif dan variatif dalam memperkenalkan konsep energi rendah karbon seperti energi terbarukan (*renewable energy*) dan jejak karbon (*carbon footprint*). Pendekatan ini tidak hanya membantu siswa untuk memahami isu-isu keberlanjutan secara lebih mendalam tetapi juga mendorong mereka untuk mengambil perilaku nyata dalam kehidupan sehari-hari. Sehingga, penggunaan *e-modul* berbasis ESD dapat menjadi salah satu alternatif dalam mendukung pembelajaran IPA yang relevan dengan tantangan global saat ini.

Kesadaran keberlanjutan didefinisikan sebagai perhatian sadar terhadap kekhawatiran sosial. Kesadaran keberlanjutan mencakup elemen penting dari tanggung jawab ekonomi dan lingkungan dalam mengatasi tantangan global (Clarisa et al., 2020; Costa et al., 2023). Kesadaran keberlanjutan atau sustainability awareness merupakan salah satu indikator penting dari keberhasilan implementasi ESD di sekolah. Kesadaran ini mencakup pemahaman siswa terhadap isu-isu lingkungan global serta tanggung jawab

individu terhadap keberlanjutan sosial dan ekonomi (Hassan et al., 2010). Namun, demikian, beberapa penelitian menunjukkan bahwa tingkat kesadaran keberlanjutan di kalangan siswa Indonesia masih tergolong rendah (Salsabila et al., 2019).

Kesadaran keberlanjutan siswa di Indonesia pada umumnya masih berada pada kategori sedang, dengan kecenderungan praktik nyata yang masih rendah. Hal ini ditunjukkan dengan hasil survey profil kesadaran keberlanjutan siswa SMP di Bandung oleh Sifah et al. (2024) yang menyatakan bahwa 67% siswa sudah memiliki kesadaran akan pendidikan untuk pembangunan berkelanjutan yang ditujukan melalui pengetahuan dan sikap siswa. Namun, perilaku keberlanjutan seperti pembahasan isu lingkungan, melakukan kegiatan mengompos, atau mengurangi penggunaan plastik masih jarang dilakukan oleh sebagian besar siswa. Hal ini ditunjukkan dengan 44,2% siswa saja yang aktif melakukan praktik keberlanjutan. Sementara itu, menurut survey Global Cambridge International (2020) 93% pelajar di Indonesia menyatakan telah melakukan perilaku nyata terkait isu lingkungan dan keberlanjutan dan 97% ingin mempelajari isu keberlanjutan global di sekolah, namun hampir setengah dari siswa mengaku belum mendapatkan pembelajaran tentang isu keberlanjutan global di sekolah.

Penelitian ini menyoroti pentingnya penerapan prinsip-prinsip Education for Sustainable Development (ESD) dalam mempromosikan perubahan perilaku, serta memotivasi siswa untuk secara aktif terlibat dan mengadopsi sudut pandang etika yang baru dalam menghadapi realitas yang dinamis. Oleh karena itu, *e-modul* yang dikembangkan dalam penelitian ini memilih topik pembelajaran yang tidak banyak dipelajari oleh siswa sekolah menengah pertama (SMP), seperti energi rendah karbon. E-modul ini akan secara khusus berbasis ESD, dengan mengintegrasikan nilai-nilai keberlanjutan ke dalam setiap materi dan aktivitas pembelajaran. Berbeda dengan penelitian-penelitian sebelumnya yang umumnya hanya berfokus pada aspek peningkatan hasil

belajar kognitif atau kemampuan literasi sains tanpa mengintegrasikan keberlanjutan secara eksplisit, penelitian ini menghadirkan inovasi melalui pengembangan e-modul berbasis ESD dengan tema khusus energi rendah karbon. Penelitian oleh Rahmawati et al. (2021) mengembangkan e-modul IPA berbasis literasi sains, namun belum mengaitkan konten pembelajaran dengan isu keberlanjutan atau praktik energi ramah lingkungan. Begitu pula, penelitian oleh Wulandari dan Sari (2022) lebih menitikberatkan pada peningkatan literasi sains siswa melalui penggunaan media digital, tanpa memfokuskan pada tema energi rendah karbon maupun integrasi nilai-nilai ESD. Dengan demikian, perbedaan pada penelitian ini terletak pada sinergi antara penguatan literasi sains dan pembangunan kesadaran keberlanjutan melalui integrasi konten energi rendah karbon dalam e-modul berbasis ESD, yang hingga kini masih sangat terbatas dalam studi terkait.

Kehadiran e-modul yang dikembangkan melalui penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi dalam mengembangkan pola pikir kritis dan kepedulian terhadap isu lingkungan, khususnya terkait transisi menuju energi rendah karbon. Selain mendukung pencapaian kompetensi abad ke-21, e-modul ini dapat dijadikan rujukan pengembangan bahan ajar tematik yang relevan dengan dinamika global dan kebutuhan peserta didik masa kini (UNESCO, 2017). Dengan penerapan prinsip ESD dalam pembelajaran IPA pada tema energi rendah karbon, pendekatan ini dapat memperluas pengalaman belajar siswa secara kontekstual—mendorong pembentukan karakter berwawasan lingkungan serta kemampuan ilmiah yang seimbang.

Selain itu, pengembangan *e-modul* berbasis ESD juga mendukung pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (Sustainable Development Goals/SDGs), khususnya tujuan ke-4 tentang pendidikan berkualitas dan tujuan ke-13 tentang penanganan perubahan iklim. Dengan memanfaatkan kerangka UNESCO ESD 2030 sebagai acuan teoritis utama, penelitian ini bertujuan

untuk menciptakan bahan ajar inovatif yang tidak hanya relevan secara global tetapi juga sesuai dengan kebutuhan lokal.

Berdasarkan penjelasan yang telah dikemukakan, perlu adanya penelitian mengenai pengembangan *E-modul* sains berbasis pendidikan untuk pembangunan berkelanjutan (ESD) untuk meningkatkan literasi sains siswa dan kesadaran keberlanjutan siswa sekolah menengah pertama khususnya pada topik energi rendah karbon.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah "Bagaimana kemampuan literasi sains dan kesadaran keberlanjutan siswa setelah mengikuti pembelajaran menggunakan *e-modul* berbasis ESD pada tema energi rendah karbon?"

1.3 Pertanyaan Penelitian

Untuk memberikan arah yang lebih fokus pada penelitian ini, rumusan masalah diuraikan ke dalam beberapa pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana peningkatan kemampuan literasi sains siswa setelah penerapan *E-modul* berbasis ESD pada topik energi rendah karbon dalam pembelajaran?
2. Bagaimana perubahan kesadaran keberlanjutan siswa setelah penerapan *E-modul* berbasis ESD pada topik energi rendah karbon dalam pembelajaran?
3. Bagaimana kesan siswa terhadap pembelajaran menggunakan *e-modul* berbasis ESD pada topik energi rendah karbon?

1.4 Tujuan Penelitian

Merujuk pada konteks permasalahan dan perumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis peningkatan literasi sains siswa setelah penerapan *E-modul* siswa dalam konteks ESD untuk meningkatkan literasi sains dan kesadaran keberlanjutan siswa.
2. Menganalisis perubahan kesadaran keberlanjutan siswa setelah penerapan *E-modul* siswa dalam konteks ESD untuk meningkatkan literasi sains dan kesadaran keberlanjutan siswa.
3. Menganalisis pengalaman dan pandangan siswa terhadap penggunaan *e-modul* berbasis ESD pada tema energi rendah karbon dalam pembelajaran.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini dijabarkan sebagai berikut:

1. Bagi guru, *E-modul* yang dikembangkan dapat digunakan sebagai alternatif bahan ajar dan memberikan sudut pandang inovatif dalam mengajarkan materi perubahan iklim serta menanamkan nilai-nilai keberlanjutan pada siswa.
2. Bagi siswa, *E-modul* siswa ini dapat diadopsi sebagai alat untuk meningkatkan literasi sains dan kesadaran keberlanjutan siswa. Melalui *e-modul* yang interaktif dan berbasis ESD, siswa diharapkan lebih termotivasi dan aktif terlibat dalam pembelajaran sains, sehingga dapat meningkatkan kemampuan literasi sains dan kesadaran lingkungan.
3. Bagi peneliti lain, penelitian ini dapat menjadi dasar atau referensi untuk penelitian selanjutnya, khususnya dalam pengembangan modul ajar berbasis ESD dan studi mengenai literasi sains.

1.6 Definisi Operasional

Agar penelitian ini terfokus dan terarah, setiap variabel utama dalam penelitian didefinisikan secara operasional sebagai berikut:

1. Peningkatan literasi sains siswa dalam penelitian ini didefinisikan sebagai selisih hasil *pretest* dan *posttest* yang diperoleh sebelum dan sesudah penerapan *e-modul* berbasis ESD dalam pembelajaran. Literasi sains diukur melalui tes objektif yang terdiri dari 25 butir soal, dengan rincian; 10 soal untuk mengukur kemampuan menjelaskan fenomena secara ilmiah, 10 soal untuk mengukur kemampuan mengonstruksikan dan mengevaluasi desain penyelidikan ilmiah serta menginterpretasi data dan bukti ilmiah secara kritis, dan 5 soal untuk mengukur kemampuan menyelidiki, mengevaluasi, serta menggunakan informasi ilmiah untuk pengambilan keputusan.
2. Kesadaran keberlanjutan siswa dalam penelitian ini didefinisikan sebagai kesadaran siswa dalam pengetahuan keberlanjutan, perilaku keberlanjutan, dan sikap keberlanjutan. Kesadaran keberlanjutan diukur menggunakan angket skala Likert 1-5 yang terdiri dari 26 butir pernyataan yang diambil sebelum pembelajaran dan sesudah pembelajaran dilakukan.
3. Pengalaman dan pandangan siswa terhadap penggunaan *e-modul* berbasis ESD diperoleh melalui tiga instrumen, yaitu lembar observasi pembelajaran, lembar reflektif siswa, dan angket tanggapan siswa. Lembar observasi pembelajaran digunakan untuk mencatat respons dan partisipasi siswa selama proses pembelajaran berlangsung. Lembar reflektif siswa berisi catatan pengalaman dan pemikiran siswa setelah menggunakan *e-modul* berbasis ESD. Sementara itu, angket tanggapan siswa membantu mengidentifikasi persepsi dan opini siswa terhadap efektivitas penggunaan *e-modul* berbasis ESD.

1.7 Struktur Organisasi Tesis

Tesis ini terdiri dari enam bab yang membentuk struktur utama penulisan yakni: Bab I Pendahuluan, Bab II Kajian Pustaka, Bab III Metode Penelitian, Bab IV Hasil Penelitian, Bab V Pembahasan Hasil Penelitian, dan Bab VI Simpulan, Implikasi, dan Rekomendasi.

Pada Bab I Pendahuluan, dibahas latar belakang penelitian terkait pengembangan *e-modul* berbasis ESD, peningkatan literasi sains, serta kesadaran keberlanjutan peserta didik. Permasalahan penelitian dirumuskan dalam bentuk pertanyaan penelitian, diikuti dengan tujuan penelitian yang berfokus pada upaya peningkatan kemampuan literasi sains dan kesadaran keberlanjutan melalui implementasi *e-modul* berbasis ESD. Bab ini juga menguraikan manfaat penelitian serta memberikan gambaran singkat mengenai sistematika penulisan tesis.

Bab II Kajian Pustaka mengulas teori-teori dan konsep-konsep utama yang menjadi dasar penelitian, termasuk pembahasan tentang *e-modul*, ESD, kemampuan literasi sains, kesadaran keberlanjutan, topik energi rendah karbon, dan keterkaitan antara keduanya. Selain itu, bab ini juga memuat kerangka berpikir yang menegaskan urgensi penelitian yang dilakukan,

Bab III Metode Penelitian memaparkan secara mendetail pendekatan dan metode yang digunakan dalam penelitian ini. Penjelasan mencakup rancangan penelitian, populasi dan sampel, instrumen yang digunakan, tahapan pelaksanaan penelitian, teknik evaluasi instrumen, serta metode analisis data yang diterapkan dalam proses penelitian.

Bab IV Hasil Penelitian memaparkan temuan utama penelitian secara sistematis. Pada bab ini disajikan data mengenai peningkatan kemampuan literasi sains dan kesadaran keberlanjutan, efektivitas penggunaan *e-modul* berbasis ESD serta hasil validasi *e-modul* yang telah dikembangkan.

Bab V Pembahasan berisi analisis mendalam terhadap hasil penelitian yang telah diperoleh. Bab ini mengkaji antara temuan penelitian dengan teori dan hasil studi sebelumnya, serta menyoroti faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan implementasi *e-modul* berbasis ESD dalam meningkatkan kemampuan literasi sains dan kesadaran keberlanjutan.

Bab VI memuat simpulan yang merangkum hasil utama penelitian terkait efektivitas *e-modul* berbasis ESD dalam meningkatkan kemampuan literasi sains dan kesadaran keberlanjutan peserta didik, serta menjawab rumusan masalah dan tujuan penelitian. Bab ini juga menguraikan implikasi penelitian terhadap pengembangan ilmu pengetahuan dan manfaat penerapan *e-modul* di lingkungan pendidikan. Pada bagian akhir, disampaikan rekomendasi kepada guru, sekolah, dan peneliti selanjutnya untuk mengoptimalkan penggunaan *e-modul*, mengembangkan penelitian lebih lanjut, serta mendorong integrasi pendidikan berkelanjutan dalam pembelajaran.