

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Penelitian

Isu lingkungan dan perubahan iklim telah melanda dunia dengan dampak yang merugikan. Klaim ini didukung dengan rekaman rata-rata suhu permukaan bumi terhangat sepanjang sejarah pada tahun 2024 yang dipicu oleh aktivitas manusia yang menyumbangkan emisi gas rumah kaca ke lapisan atmosfer. (NASA, 2025; WMO, 2024; Le Quéré dkk. 2018). Gas rumah kaca merupakan gas di atmosfer bumi yang memiliki kemampuan menyerap dan memantulkan gelombang radiasi inframerah dari matahari (Martono, 2015).

Fenomena pemanasan global terjadi ketika energi panas dari cahaya matahari masuk ke lapisan atmosfer dan sampai ke permukaan bumi (Filonchyk dkk., 2024). Energi matahari ini akan diserap oleh tanah, air, dan tumbuhan, sebagian akan dipantulkan kembali dalam bentuk radiasi inframerah ke luar angkasa, namun gas-gas emisi rumah kaca seperti karbon dioksida, metana, nitrogen oksida, dan gas lainnya dapat menyerap sebagian radiasi inframerah ini dan dipancarkan kembali ke segala arah termasuk kembali ke permukaan bumi sehingga suhu permukaan bumi meningkat. (Ledley dkk., 1999; Kaltenegger, 2017; dan EPA, 2025).

Efek dari pemanasan global dapat dikurangi dengan cara menyerap gas emisi rumah kaca seperti gas karbon dioksida ke dalam laut (Haiqal dkk., 2021). Gas karbon dioksida yang terserap akan bereaksi dengan molekul air menghasilkan asam karbonat, yang kemudian dapat terdisosiasi menjadi ion bikarbonat, ion karbonat, dan ion hidrogen (Fauville dkk., 2011; dan Hoegh-Guldberg dkk., 2011). Ketika gas karbon dioksida dari atmosfer terus terlarut dalam laut, maka akan terjadi pengasaman air laut akibat meningkatnya konsentrasi ion hidrogen di laut. Pengasaman laut ini berdampak buruk terhadap ekosistem laut, dimana dapat mempengaruhi kemampuan kalsifikasi dari organisme laut dalam membentuk eksoskeleton seperti pada terumbu karang (Bibby dkk., 2008; Byrne, 2012; Haiqal dkk., 2021).

Isu-isu lingkungan dan perubahan iklim ini dapat kita hadapi dan tangani dengan konsep *Sustainable development* (SD), yaitu “dapat memenuhi kebutuhan masa kini tanpa mengorbankan kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka sendiri.” sebagaimana dijelaskan dalam *Our Common Future* (Brundtland, 1987). Usaha yang tepat dalam menerapkan konsep ini adalah pendidikan yang menerapkan prinsip dan pendekatan yang sesuai, yaitu: relevan, afektif, merujuk pengetahuan, aksi nyata, & holistik (Koezman, 2024). Hal ini sejalan dengan prinsip literasi sains dan ESD, yaitu kemampuan menjelaskan fenomena secara ilmiah, merancang dan mengevaluasi penelitian ilmiah, serta meneliti dan menginterpretasikan data dan bukti secara kritis dalam pengambilan keputusan yang membekali siswa wawasan yang luas, keterampilan, sikap, & perilaku untuk hidup secara baik bagi lingkungan, ekonomi, dan masyarakat (Ali, 2021; OECD, 2017; dan UNESCO, 1970).

Namun, dalam implementasinya, banyak tantangan untuk mengimplementasikan pendidikan dengan prinsip literasi sains. Ini dibuktikan dengan peringkat pengetahuan dan keterampilan membaca, matematika, dan sains siswa berusia 15 tahun dalam penilaian PISA 2022. Rata-rata skor kemampuan matematika negara-negara OECD adalah 472 poin, rata-rata skor kemampuan membaca adalah 476, dan rata-rata skor kemampuan sains adalah 485 poin, sedangkan rata-rata skor Indonesia dalam kemampuan matematika adalah 359, kemampuan membaca adalah 366 dan kemampuan sains 383 (OECD, 2023). Berdasarkan hasil penilaian ini, pengetahuan dan keterampilan literasi sains siswa di Indonesia masih tergolong rendah dibandingkan dengan negara-negara lainnya.

Upaya meningkatkan pengetahuan dan keterampilan literasi sains telah dilakukan oleh penelitian-penelitian terdahulu, seperti penelitian *Pengembangan E-Modul Berbasis Education for Sustainable Development (ESD) Pada Topik Bioplastik untuk Meningkatkan Literasi Sains Peserta Didik* oleh Sari, Hernani, , & Supriatna. (2024) yang menyatakan pengembangan e-modul tersebut dapat meningkatkan literasi sains siswa, dan penelitian *Pengembangan E-Modul Fisika Terintegrasi Education for Sustainable Development (ESD) Pada Topik*

Perubahan Iklim untuk Memfasilitasi Kemampuan Berpikir Kritis Siswa oleh Amelia, Saefullah, & Antarnusa. (2025) yang menyatakan pengembangan e-modul tersebut layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Namun, belum ada pengembangan e-modul yang secara khusus membahas topik pengasaman air laut berbasis ESD untuk melatih literasi sains.

Berdasarkan permasalahan yang telah disampaikan, penulis mengangkat judul penelitian Pengembangan E-Modul Topik Pengasaman Air Laut Akibat Terlarutnya CO₂ Berbasis *Education for Sustainable Development* untuk Melatih Literasi Sains.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi permasalahan yang telah diuraikan, maka rumusan masalahnya adalah bagaimana melatih literasi sains melalui e-modul topik pengasaman air laut akibat terlarutnya CO₂ berbasis ESD. Rumusan tersebut diturunkan menjadi pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana Pengembangan E-Modul Topik Pengasaman Air Laut Akibat Terlarutnya CO₂ Berbasis *Education for Sustainable Development* untuk Melatih Literasi Sains.
2. Bagaimana hasil validasi ahli terhadap Pengembangan E-Modul Topik Pengasaman Air Laut Akibat Terlarutnya CO₂ Berbasis *Education for Sustainable Development* untuk Melatih Literasi Sains.
3. Bagaimana profil literasi sains siswa pada E-Modul Topik Pengasaman Air Laut Akibat Terlarutnya CO₂ Berbasis *Education for Sustainable Development* untuk Melatih Literasi Sains.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan *E-Modul Topik Pengasaman Air Laut Akibat Terlarutnya CO₂ Berbasis Education for Sustainable Development* yang dapat melatih literasi sains yang tervalidasi serta mengetahui profil literasi sains siswa pada uji coba terbatas dari e-modul yang dihasilkan.

1.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian Pengembangan E-Modul Topik Pengasaman Air Laut Akibat Terlarutnya CO₂ Berbasis *Education for Sustainable Development* untuk Melatih Literasi Sains adalah:

1. Bagi peneliti, penelitian ini dapat memberikan deskripsi profil literasi sains siswa yang telah mengerjakan E-Modul Topik Pengasaman Air Laut Akibat Terlarutnya CO₂ Berbasis *Education for Sustainable Development* untuk Melatih Literasi Sains.
2. Bagi guru, penelitian ini dapat dijadikan bahan pembelajaran dengan topik Pengasaman Air Laut Berbasis *Education for Sustainable Development* untuk Melatih Literasi Sains.
3. Bagi siswa, penelitian ini dapat dijadikan media pembelajaran dengan topik Pengasaman Air Laut Berbasis *Education for Sustainable Development* untuk Melatih Literasi Sains.

1.5. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian dirumuskan agar penelitian lebih terfokus, berikut beberapa diantaranya:

1. Pengembangan e-modul dengan Topik besar “Perubahan Iklim” diperuntukkan bagi siswa pada Fase E / kelas X sebagai bahan ajar mandiri.
2. Topik perubahan iklim pada e-modul yang dikembangkan ini dikhususkan pada Pemanasan global sebagai materi pendahuluan dan Pengasaman Air Laut sebagai materi utama.
3. Pengembangan e-modul mengacu kepada Kurikulum Merdeka.
4. Pengembangan e-modul difokuskan pada konteks dan konten dengan aspek ESD dan literasi sains, sehingga E-Modul hanya dinilai pada aspek tersebut.