

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Literasi lingkungan bukan sekadar penguasaan fakta-fakta ekologis, melainkan kemampuan yang lebih kompleks dan menyeluruh. Menurut United States Environmental Protection Agency (EPA), literasi lingkungan termasuk pemahaman tentang sistem dan kondisi alamiah Bumi, serta interaksi antara manusia dan lingkungan. Sebagai salah satu kompetensi abad ke-21, literasi lingkungan mencakup empat dimensi utama, yaitu pengetahuan ekologis, keterampilan berpikir kritis, sikap peduli lingkungan, serta partisipasi aktif dalam pemecahan masalah lingkungan (Setianti, 2024). Keempat dimensi ini saling berkaitan dan membentuk kesatuan kompetensi yang menjadikan seseorang tidak hanya paham secara kognitif, tetapi juga mampu bertindak nyata dalam menjaga kelestarian lingkungan.

Pentingnya literasi lingkungan semakin terasa mendesak di era modern. Tantangan global seperti perubahan iklim, pencemaran, dan kerusakan ekosistem menuntut lahirnya generasi yang tidak hanya unggul secara akademis, tetapi juga memiliki kesadaran ekologis dan tanggung jawab sosial. Literasi lingkungan menjadi bekal penting bagi peserta didik agar mampu memahami akar permasalahan lingkungan, mengevaluasi informasi secara kritis, serta mengambil keputusan dan tindakan yang berpihak pada kelestarian alam. Tanpa literasi lingkungan yang memadai, pengetahuan tentang isu lingkungan cenderung berhenti pada tataran kognitif dan tidak terinternalisasi menjadi perilaku nyata sehari-hari (Prastiwi dkk., 2020).

Tuntutan terhadap penguatan literasi lingkungan ini pun tercermin dalam arah kebijakan pendidikan di Indonesia. Kurikulum Merdeka secara eksplisit mendorong penguatan Profil Pelajar Pancasila, salah satunya melalui dimensi "beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, dan berakhlak mulia" yang mencakup akhlak kepada alam, serta dimensi "bergotong royong" dan "bernalar kritis" yang relevan dengan pemecahan masalah lingkungan secara kolaboratif. Pada mata pelajaran kimia khususnya, muatan kurikulum menuntut peserta didik

mampu mengaitkan konsep kimia dengan isu-isu kontekstual, termasuk prinsip kimia hijau (*green chemistry*) dan pengelolaan limbah, sebagai wujud pembelajaran yang bermakna dan aplikatif, bukan sekadar hafalan konsep abstrak (Irawati dkk., 2024) .

Fakta di lapangan menunjukkan kesenjangan yang cukup lebar antara tuntutan kurikulum tersebut dengan kondisi riil permasalahan lingkungan di Indonesia, khususnya terkait limbah anorganik. Berdasarkan data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) tahun 2022, total timbunan sampah di Indonesia mencapai sekitar 69,8 juta ton per tahun, dengan komposisi sampah plastik mencapai 20% (As'ari dkk., 2022). Lebih memprihatinkan, sekitar 40% sampah plastik tersebut belum terkelola dengan baik dan berakhir mencemari sungai, pantai, laut, atau ditimbun di tempat pembuangan akhir (TPA) tanpa pemilahan yang memadai. Kondisi ini menempatkan Indonesia sebagai penyumbang sampah plastik ke laut terbesar kedua di dunia setelah Tiongkok, sebuah predikat yang mencerminkan kegentingan situasi sekaligus tanggung jawab besar untuk segera bertindak (Suasono dkk., 2023). Limbah anorganik, dalam hal ini termasuk sampah yang sulit terurai secara alami, seperti plastik dan logam dapat menimbulkan pencemaran yang merusak ekosistem sekaligus kesehatan manusia, terlebih di tengah pertumbuhan populasi dan urbanisasi yang terus meningkat (Widiantie dkk., 2023).

Rendahnya literasi lingkungan di kalangan pelajar turut menjadi faktor yang menghambat upaya penanganan limbah anorganik secara sistemik. Pendidikan formal selama ini dinilai belum banyak menyentuh aspek praktis dan kontekstual mengenai pengurangan limbah, sehingga pengetahuan yang diperoleh peserta didik cenderung bersifat teoretis dan kurang aplikatif (Ahmadi, 2022). Di sisi lain, upaya penyuluhan dan pelatihan konvensional yang selama ini menjadi andalan dalam edukasi lingkungan terbukti memiliki keterbatasan, baik dari segi jangkauan audiens maupun keberlanjutan dampaknya, karena sifatnya yang tatap muka, terbatas waktu, dan sulit diakses ulang oleh peserta didik secara mandiri (Akbar dkk., 2024). Media pembelajaran konvensional seperti modul cetak juga cenderung

statis, minim interaktivitas, dan kurang mampu memvisualisasikan proses maupun dampak pencemaran limbah secara nyata, sehingga kurang mampu membangkitkan ketertarikan dan keterlibatan aktif peserta didik dalam pembelajaran.

Kondisi inilah yang mendorong kebutuhan mendesak akan media pembelajaran yang lebih efektif, menarik, dan mudah diakses untuk mentransformasi pengetahuan menjadi tindakan nyata. Perkembangan teknologi pendidikan menghadirkan alternatif berupa modul elektronik (e-modul) yang menawarkan sejumlah keunggulan dibandingkan media konvensional, antara lain kemampuannya memuat elemen multimedia seperti gambar, video, dan simulasi interaktif; sifatnya yang dapat diakses kapan saja dan di mana saja secara daring; serta potensinya untuk digunakan sebagai sumber belajar mandiri yang berkelanjutan. Sebuah kajian oleh Sureni dkk. (2023) menunjukkan bahwa pengembangan modul elektronik berbasis flip PDF profesional terbukti mampu meningkatkan literasi sains siswa SMP, yang menunjukkan pentingnya pendekatan multimedia dalam pendidikan (Sureni dkk., 2023).

Penelitian Khusna & Dwi (2024) juga menekankan keunggulan penggunaan e-modul dalam konteks pendidikan lingkungan, di mana modul yang berbasis flipbuilder terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa mengenai lingkungan dan respons terhadap bencana. Dari berbagai penelitian tersebut, sangatlah jelas bahwa pengembangan materi pembelajaran yang interaktif dan berbasis teknologi dapat memperkuat literasi lingkungan siswa, dengan dampak yang luas pada kesadaran dan tindakan mereka terhadap isu-isu lingkungan. Di sisi lain Widiyantje dkk. (2023) menunjukkan bahwa pendidikan tentang pemanfaatan limbah anorganik sebagai media hidroponik dapat meningkatkan literasi lingkungan masyarakat secara keseluruhan.

Berdasarkan uraian tersebut, inovasi pada penelitian ini adalah mengembangkan bahan ajar kimia yang menarik dalam bentuk e-modul dengan mengangkat materi pengurangan dan pengelolaan limbah anorganik berorientasi literasi lingkungan. E-modul ini disusun dengan mengumpulkan referensi-referensi yang relevan dan dikemas dalam satu platform elektronik yang dilengkapi desain

visual berupa gambar dan video, menggunakan bahasa yang interaktif dan persuasif agar lebih menarik untuk dibaca, serta dapat diakses secara daring sebagai sumber belajar mandiri yang efektif. Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, penulis melakukan penelitian yang berjudul "Pengembangan E-Modul pada Topik Pengurangan dan Pengelolaan Limbah Anorganik Prinsip Kimia Hijau Berorientasi Literasi Lingkungan."

Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi khusus antara konten pengurangan dan pengelolaan limbah anorganik dengan empat dimensi literasi lingkungan (pengetahuan, keterampilan kognitif, sikap, dan tindakan), serta kontekstualisasi lokal melalui penyajian isu dan contoh nyata pengelolaan limbah anorganik seperti *ecobrick* yang relevan dengan permasalahan dan potensi di Indonesia. Oleh karena itu, penelitian ini secara khusus bertujuan untuk mengembangkan, menguji validitas, dan menguji kelayakan e-modul tersebut.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, peneliti dapat membuat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana rancangan tampilan E-Modul Pada Materi Pengurangan dan Pengelolaan Limbah Anorganik Prinsip Kimia Hijau Berorientasi Literasi Lingkungan?
2. Bagaimana hasil uji validasi E-Modul Pada Materi Pengurangan dan Pengelolaan Limbah Anorganik Prinsip Kimia Hijau Berorientasi Literasi Lingkungan?
3. Bagaimana hasil uji kelayakan E-Modul Pada Materi Pengurangan dan Pengelolaan Limbah Anorganik Prinsip Kimia Hijau Berorientasi Literasi Lingkungan?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, dapat dibuat tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Mendeskripsikan rancangan tampilan E-Modul pada topik Pengurangan dan Pengelolaan Limbah Anorganik Prinsip Kimia Hijau Berorientasi Literasi Lingkungan.
2. Menganalisis hasil uji validasi E-Modul pada topik Pengurangan dan Pengelolaan Limbah Anorganik Prinsip Kimia Hijau Berorientasi Literasi Lingkungan.
3. Menganalisis hasil uji kelayakan E-Modul pada topik Pengurangan dan Pengelolaan Limbah Anorganik Prinsip Kimia Hijau Berorientasi Literasi Lingkungan.

D. Manfaat Penelitian

1. Menyediakan media pembelajaran berupa E-Modul sehingga menjadikan pembelajaran yang menarik dan dapat meningkatkan motivasi siswa
2. Membantu pendidik dalam menyajikan bahan ajar secara lebih efektif, inovatif dan kreatif
3. Meningkatkan keahlian peneliti sebagai calon pendidik dalam menggunakan media sebagai alat pengajaran

E. Kerangka Berpikir

Literasi lingkungan adalah kompetensi abad 21 yang mencakup pengetahuan, keterampilan kognitif, sikap, dan tindakan. Keempat aspek ini menjadi dasar pengembangan e-modul pengurangan limbah anorganik. E-modul dirancang untuk mengintegrasikan keempat aspek tersebut, sehingga peserta didik tidak hanya memahami isu lingkungan, tetapi juga memiliki kepedulian dan mampu bertindak nyata dalam pengelolaan limbah anorganik.

Aspek pengetahuan berkaitan dengan pemahaman kognitif dasar seseorang tentang lingkungan. Aspek ini mencakup pengetahuan ekologi, yaitu pemahaman terhadap konsep-konsep dasar seperti ekosistem, siklus materi, aliran energi, interaksi antarorganisme, dan keseimbangan alam. Selain itu, aspek ini juga meliputi pengetahuan tentang isu-isu lingkungan, seperti pencemaran, perubahan iklim, kerusakan habitat, dan hilangnya keanekaragaman hayati, serta pengetahuan sosial-politik yang berkaitan dengan bagaimana kebijakan, ekonomi, dan sistem

sosial memengaruhi kondisi lingkungan. Aspek pengetahuan ini menjadi fondasi penting karena seseorang perlu memahami apa yang sesungguhnya terjadi pada lingkungan sebelum ia mampu bertindak secara tepat dan bertanggung jawab.

Aspek keterampilan kognitif mencakup kemampuan berpikir tingkat tinggi yang digunakan untuk menganalisis dan memecahkan masalah lingkungan. Kemampuan ini meliputi identifikasi masalah, yaitu kemampuan mengenali dan merumuskan permasalahan lingkungan secara jelas; analisis, yaitu kemampuan menelaah penyebab dan dampak dari suatu masalah lingkungan; evaluasi, yaitu kemampuan menilai berbagai alternatif solusi berdasarkan bukti ilmiah dan konsekuensinya; serta sintesis dan pengambilan keputusan, yaitu kemampuan merumuskan solusi dan mengambil keputusan yang bertanggung jawab terhadap isu lingkungan. Dengan keterampilan kognitif ini, seseorang tidak hanya sekadar mengetahui suatu masalah, tetapi juga mampu berpikir kritis dalam menghadapi kompleksitas persoalan lingkungan yang dihadapinya.

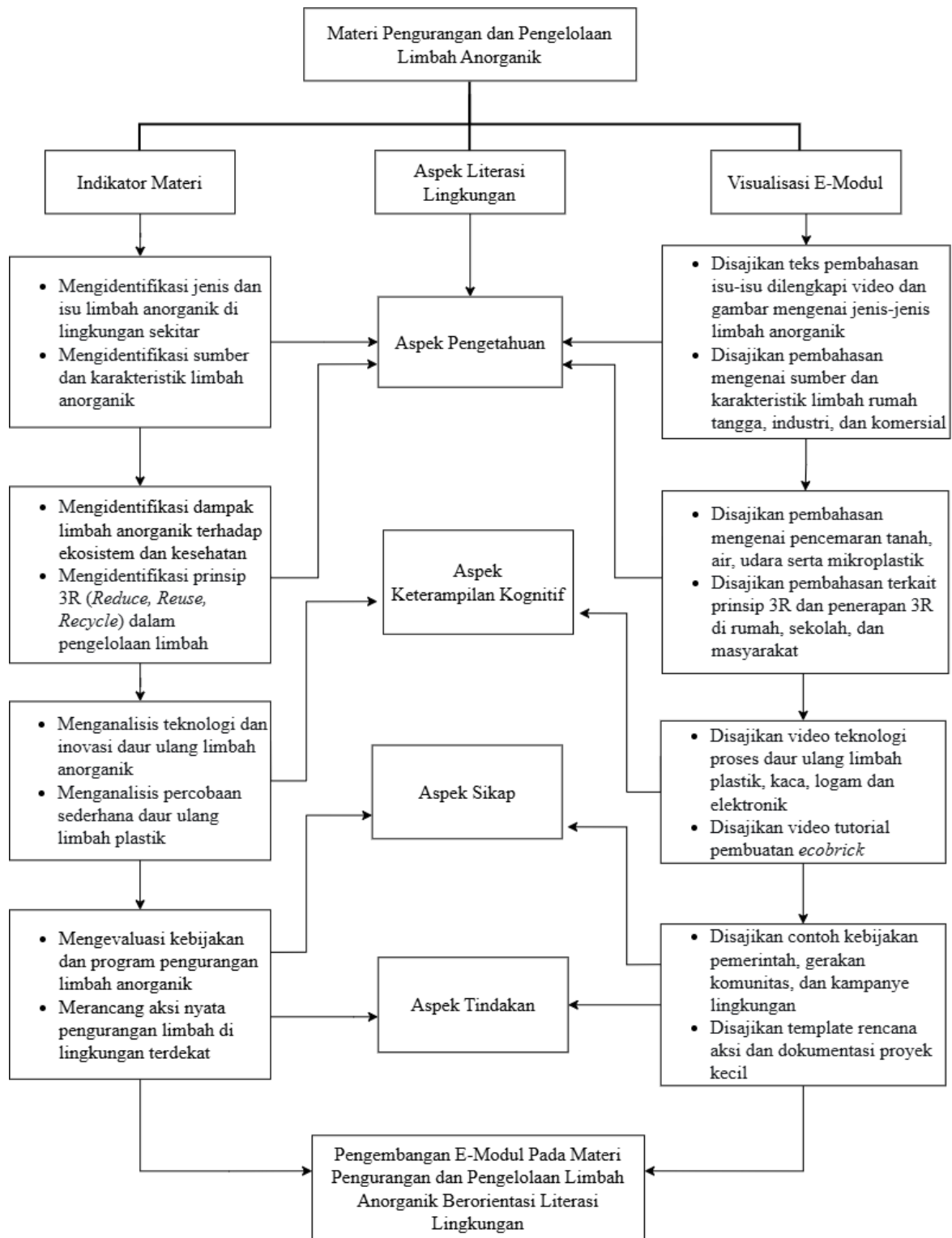
Aspek sikap berkaitan dengan dimensi afektif atau perasaan seseorang terhadap lingkungan di sekitarnya. Aspek ini mencakup sensitivitas lingkungan, yakni kepekaan dan kepedulian terhadap kondisi lingkungan sekitar sikap peduli (*concern*), yaitu rasa tanggung jawab dan kekhawatiran terhadap kerusakan lingkungan yang terjadi; nilai dan keyakinan (*values and beliefs*), yaitu pandangan pribadi seseorang tentang pentingnya menjaga kelestarian alam serta *locus of control*, yaitu keyakinan bahwa tindakan individu dapat memberikan pengaruh nyata terhadap perbaikan kondisi lingkungan. Sikap positif inilah yang menjadi jembatan penting antara pengetahuan dan keterampilan kognitif yang dimiliki seseorang dengan kesediaannya untuk benar-benar bertindak.

Aspek tindakan merupakan wujud nyata dari literasi lingkungan yang tercermin dalam bentuk perilaku sehari-hari. Aspek ini meliputi tindakan individu (*individual action*), yaitu perilaku ramah lingkungan yang dilakukan sehari-hari seperti menghemat energi, mengurangi sampah, atau melakukan daur ulang; tindakan kolektif atau sosial (*civic action*), yaitu keterlibatan dalam kegiatan bersama seperti kampanye lingkungan, advokasi kebijakan, atau partisipasi dalam organisasi pelestarian lingkungan; tindakan persuasif, yaitu upaya memengaruhi orang lain

agar turut berperilaku ramah lingkungan; serta tindakan ekonomi, yaitu keputusan konsumsi yang mempertimbangkan dampak lingkungan. Aspek tindakan inilah yang menjadi tujuan akhir dari literasi lingkungan, sebab pengetahuan, keterampilan kognitif, dan sikap positif yang dimiliki seseorang idealnya harus bermuara pada perilaku nyata yang mendukung pelestarian lingkungan.

Media digital seperti e-modul menawarkan visualisasi yang menarik dan narasi yang interaktif, sehingga dapat menjadi solusi untuk menyampaikan konsep pengurangan limbah anorganik secara efektif. Penggunaan e-modul pada media pembelajaran berupa informasi secara menarik dan menyenangkan. E-modul juga dapat meningkatkan motivasi, kreativitas, motivasi dan minat belajar siswa. Kerangka pemikiran pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.1:





Gambar 1. 1 Kerangka Berpikir

F. Penelitian Terdahulu

Pengembangan e-modul dalam konteks pembelajaran mengenai pengurangan limbah anorganik berorientasi literasi lingkungan merupakan suatu upaya yang sangat penting untuk meningkatkan kesadaran siswa terhadap isu-isu lingkungan serta memperkenalkan mereka pada solusi yang berkelanjutan. Penelitian-penelitian terdahulu menunjukkan berbagai pendekatan dan temuan yang dapat mendukung pengembangan bahan ajar ini. Pengembangan e-modul sebagai media pembelajaran telah menjadi fokus dalam banyak penelitian, terutama dalam konteks pendidikan dasar dan pendidikan tinggi. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa e-modul berbasis teknologi tidak hanya meningkatkan keterlibatan siswa tetapi juga memenuhi kebutuhan belajar yang beragam.

Hasil penelitian Hamidatu dkk. (2021) berhasil menerapkan e-module bahan bakar alternatif berorientasi *green chemistry*. Pembelajaran dengan tahapan saintifik berbantuan e-module berjalan sangat efektif, ditunjukkan oleh tingkat keterlaksanaan aktivitas mahasiswa yang sangat tinggi (86,83%) dan pencapaian hasil belajar yang sangat baik (rata-rata LK: 80). E-modul terbukti dapat mendorong pembelajaran aktif, kolaboratif, dan mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi mahasiswa dalam memahami isu lingkungan (pencemaran dari BBM) dan solusinya melalui prinsip *green chemistry* yang diintegrasikan dengan nilai keagamaan (Hamidatu dkk., 2021).

Ramadhani & Fitri (2020) menekankan pentingnya validitas isi dalam e-modul pembelajaran, yang menunjukkan bahwa instrumen tes dalam e-modul harus diperbaiki jika terdapat bias yang signifikan. Hasil ini sejalan dengan kebutuhan penelitian yang dipaparkan oleh Herlina dkk. (2023) yang mengungkapkan tingginya permintaan untuk pengembangan e-modul pasca-pandemi untuk mengatasi kebutuhan belajar siswa di tingkat dasar. Penelitian oleh Sugiarto dkk. (2023) juga menegaskan pentingnya pengujian validitas dan kepraktisan e-modul, di mana mereka menemukan bahwa e-modul berbasis proyek tidak hanya memenuhi kriteria kevalidan, tetapi juga efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa.

Beberapa penelitian menerapkan pendekatan *Design Based Research* (DBR) dalam pengembangan produk pembelajaran kimia. Sebagai contoh, penelitian oleh Roghdah dkk. (2021) mengembangkan instrumen tes diagnostik *four-tier multiple choice* pada materi termokimia menggunakan metode DBR dengan model pengembangan yang diadaptasi dari Reeves. Melalui proses analisis, desain, dan evaluasi berulang, instrumen yang dihasilkan terbukti valid dan reliabel dengan nilai reliabilitas sebesar 0,985. Penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan DBR dapat digunakan tidak hanya untuk mengembangkan bahan ajar, tetapi juga instrumen penilaian kimia yang berkualitas melalui siklus interaktif antara desain dan uji coba lapangan (Roghdah dkk., 2021).

Penelitian oleh Kholilul dkk. (2026) yang secara topik cukup relevan dengan pengembangan modul kimia hijau, mengembangkan desain modul ajar berbasis *inquiry learning* pada materi kimia hijau untuk mendukung Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) menggunakan metode DBR. Hasil validasi ahli materi dan ahli media pada penelitian tersebut menunjukkan persentase kelayakan yang sangat baik (masing-masing di atas 90%), yang menegaskan bahwa siklus analisis-eksplorasi, desain-konstruksi, serta evaluasi-refleksi dalam kerangka DBR efektif digunakan untuk menghasilkan produk pembelajaran kimia hijau yang layak dan sesuai kebutuhan lapangan (Kholilul dkk., 2026).

Penelitian lainnya juga menunjukkan bahwa integrasi prinsip-prinsip global dan kearifan lokal dalam pengembangan modul, seperti yang dilakukan oleh Fitri dkk. (2024) menghasilkan modul pendidikan yang efektif dan menarik bagi mahasiswa. Hal ini mencerminkan pentingnya pendekatan modular dalam menciptakan pembelajaran yang dinamis dan interaktif. Penelitian oleh Nasution dkk. (2025) juga menegaskan bahwa penggunaan e-modul dapat mendorong motivasi siswa dan hasil akademis yang lebih baik.

Hasil validasi yang dilakukan oleh Subarkah dkk. (2021), e-modul tentang zat adiktif yang terintegrasi dengan nilai-nilai Islam dinyatakan sangat valid dan layak digunakan sebagai media pembelajaran, dengan perolehan nilai rata-rata kelayakan sebesar 0,855 yang terdiri dari aspek materi sebesar 0,866 dan aspek tampilan e-modul sebesar 0,845, di mana kedua nilai tersebut jauh melampaui batas kritis 0,3;

oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini berhasil mengembangkan e-modul (Subarkah dkk., 2021). Hasil dari penelitian lain menyoroti betapa pentingnya pengetahuan tentang pengelolaan lingkungan dan kesadaran terhadap lingkungan untuk meningkatkan partisipasi aktif siswa dalam kegiatan yang menguntungkan lingkungan (Rachmawati dkk., 2023). Di desa Kasturi, Widiantie dkk (2023) menemukan bahwa pelatihan pemanfaatan limbah anorganik untuk media hidroponik tidak hanya memberikan keterampilan baru kepada masyarakat tetapi juga membangun kesadaran lingkungan yang lebih besar.

Hasil studi Azizah dkk. (2025) menunjukkan bahwa integrasi literasi lingkungan dalam pembelajaran IPAS berhasil meningkatkan kesadaran ekologis siswa, dengan 53,33% siswa mencapai predikat sangat baik dalam penilaian yang dilakukan. Hal ini mendukung argumen bahwa e-modul yang berorientasi literasi lingkungan dapat meningkatkan keterlibatan dan pemahaman siswa terhadap isu-isu ekologis. Penelitian oleh Prastiwi dkk. (2020) juga mengungkapkan hubungan positif antara literasi ekologi dan kemampuan siswa dalam memecahkan masalah lingkungan, serta menekankan pentingnya program Adiwiyata dalam mendukung literasi ekologi di sekolah.

Dengan demikian, peneliti membuat pembaruan tentang bagaimana peserta didik dapat meningkatkan keterlibatannya dalam menghadapi permasalahan limbah anorganik dengan menggunakan e-modul berorientasi literasi lingkungan. pengembangan e-modul pada pengurangan limbah anorganik berorientasi literasi lingkungan ini tidak hanya sebatas informasi teknis tentang pengelolaan limbah, tetapi juga adanya integrasi praktik dan pemahaman literasi lingkungan dalam setiap materi ajar. Mengingat dampak lingkungan yang terkait dengan limbah anorganik, e-modul ini diharapkan dapat mendukung dan memperkuat keterampilan serta pengetahuan peserta didik dalam konteks pengelolaan limbah yang efektif dan berkelanjutan.