

SciLENS : E-Modul Berbasis STEM dengan Pendekatan Literasi Sains untuk Materi Pencemaran Lingkungan

Almaida¹, Endra Putra Raharja², Lina Kumalasari³

Prodi Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Pendidikan Eksakta, Universitas Pendidikan Muhammadiyah (UNIMUDA) Sorong, Papua Barat Daya, Indonesia
almaida9420@gmail.com¹, endrapr@gmail.com², linakumala53@gmail.com³

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan e-modul STEM berbasis literasi sains pada sub materi pencemaran lingkungan topik pencemaran air, serta alat filtrasi air sederhana sebagai bagian dari implementasi pendekatan STEM berbasis literasi sains yang valid dan praktis sehingga layak digunakan dalam pembelajaran. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan ADDIE yang terdiri dari lima tahapan yaitu: (1) Analisis, (2) Desain, (3) Pengembangan, (4) Implementasi, dan (5) Evaluasi. Uji coba e-modul dan alat filtrasi air sederhana dilakukan di SMP Itas Rios Sorong dengan melibatkan 14 peserta didik kelas VII sebagai subjek penelitian. Berdasarkan hasil analisis data, diperoleh penilaian dari ahli materi 1 sebesar 88,91%, ahli materi 2 sebesar 100%, ahli media 1 sebesar 99.17%, dan ahli media 2 sebesar 99.31%. Hasil penilaian dari ahli materi dan ahli media memenuhi kategori “sangat layak”. Selain itu, hasil angket respon peserta didik menunjukkan bahwa seluruh siswa memberikan tanggapan positif terhadap e-modul dan alat filtrasi air sederhana dengan hasil persentase sebesar 96,67%. Dengan demikian, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa e-modul STEM berbasis literasi sains pada sub materi pencemaran lingkungan topik pencemaran air beserta alat filtrasi air sederhana dinyatakan layak digunakan sebagai bahan ajar dalam pembelajaran untuk siswa kelas VII SMP Itas Rios Sorong.

Kata Kunci : E-modul, STEM, Literasi Sains, Alat Filtrasi Air, Pencemaran Lingkungan.

Abstract: *This study aims to develop a STEM e-module based on science literacy on the sub-topic of environmental pollution, the topic of water pollution, as well as a simple water filtration tool as part of the implementation of a valid and practical STEM approach based on scientific literacy so that it is suitable for use in learning. This study uses the Research and Development (R&D) method with the ADDIE development model consisting of five stages, namely: (1) Analysis, (2) Design, (3) Development, (4) Implementation, and (5) Evaluation. The trial of the e-module and simple water filtration tool was conducted at SMP Itas Rios Sorong involving 14 grade VII students as research subjects. Based on the results of data analysis, the assessment obtained from material expert 1 was 88.91%, material expert 2 was 100%, media expert 1 was 99.17%, and media expert 2 was 99.31%. The results of the assessment from material experts and media experts met the "very suitable" category. Furthermore, the results of the student response questionnaire showed that all students responded positively to the e-module and the simple water filtration device, with a percentage of 96.67%. Therefore, the results of this study indicate that the scientific literacy-based STEM e-module on the environmental pollution sub-topic, water pollution, and the simple water filtration device is deemed suitable for use as teaching materials for seventh-grade students at SMP Itas Rios Sorong.*

Keywords: *E-module, STEM; Scientific Literacy, Water Filtration Toll, Environmental Pollution.*

1. Pendahuluan

Pencemaran lingkungan merupakan isu global yang menjadi perhatian dunia karena dampaknya terhadap keberlangsungan hidup makhluk hidup. Permasalahan ini tidak hanya terjadi di tingkat lokal atau nasional, melainkan telah meluas ke berbagai belahan dunia dan memengaruhi keseimbangan ekosistem, yang pada akhirnya turut memicu terjadinya perubahan iklim (Hidayat dkk., 2022). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa persoalan pencemaran lingkungan merupakan persoalan yang memerlukan penanganan secara komprehensif dan berkelanjutan. Menyikapi persoalan global tersebut, dunia internasional melalui PBB telah menetapkan *Sustainable Development Goals* (SDGs) sejak tahun 2015, salah satunya tujuan ke-13 yang membahas tentang penanganan perubahan iklim beserta dampak yang ditimbulkan (Abduh dkk., 2024). Upaya penanganan permasalahan lingkungan tidak hanya bergantung pada kebijakan, tetapi juga memerlukan peran strategis dalam membangun kesadaran, pengetahuan, dan keterampilan bagi setiap individu.

Dalam dunia pendidikan isu pencemaran lingkungan tidak cukup jika hanya didasari pengetahuan faktual semata, melainkan perlu di dukung dengan kemampuan berfikir kritis, kreatif, dan keterampilan pemecahan masalah diperlukan sebagai bagian dari literasi sains. (Hidayah & Kuntjoro, 2022). Literasi sains merupakan keterampilan seseorang untuk menggunakan apa yang mereka ketahui melalui proses ilmiah, seperti mendeteksi masalah, mengumpulkan dan mengkaji bukti, kemudian menyimpulkannya berdasarkan temuan-temuan ilmiah dalam rangka memahami fenomena alam dan permasalahan yang muncul disekitarnya (Tiro *et al.*, 2020). Kemampuan literasi sains sangat penting karena bukan sekadar memperdalam pemahaman konsep, melainkan juga meningkatkan kesadaran serta kepekaan siswa terhadap isu sosial serta menyelesaikan masalah secara ilmiah. Menurut (Hurd, 1997), karakteristik literasi sains tidak hanya diajarkan melalui pembelajaran secara langsung, namun perlu diintegrasikan ke dalam kurikulum dan proses pembelajaran sehingga mendorong siswa berperan aktif dalam memecahkan masalah melalui terlibat aktif dalam menyelesaikan suatu permasalahan melalui penyelidikan, dan pengembangan proyek yang didapat. Namun, kenyataannya kemampuan literasi sains siswa di Indonesia masih tergolong rendah. Temuan ini didukung oleh data *Programme for International Student Assessment* (PISA) tahun 2018 yang menunjukkan posisi Indonesia di peringkat ke 70 dari 78 negara dalam kategori literasi sains (OECD, 2018). Sementara itu, pada tahun 2022 skor literasi sains siswa di Indonesia mengalami penurunan, dari 379 pada tahun 2018 menjadi 366 (OECD, 2023).

Beberapa peneliti mencerminkan rendahnya literasi sains siswa di Indonesia sebab oleh berbagai faktor, salah satunya adalah pendidik kurang tepat dalam pemilihan sumber dan bahan ajar yang digunakan (Lubis & Albina, 2025). Hal ini berbanding terbalik dengan pendapat (Kumalasari dkk., 2023) yang menyampaikan bahwa kemajuan teknologi saat ini seharusnya mampu mendorong inovasi dalam dunia pendidikan, khususnya dalam mengembangkan bahan ajar yang lebih variatif dan kontekstual. Namun, fakta di lapangan menunjukkan bahwa meskipun teknologi telah tersedia, masih banyak pendidik mengalami kesulitan dalam memilih dan menerapkan metode pembelajaran agar sesuai. Pernyataan ini sejalan dengan pendapat Sumartati 2010 yang dikutip dalam (Fuadi

dkk., 2020), yang menyatakan bahwa rendahnya literasi sains siswa di Indonesia dipengaruhi juga oleh pembelajaran yang berorientasi pada pendidik (*teacher centered*). Kurangnya pemanfaatan teknologi dalam proses pembelajaran juga menyebabkan peserta didik cepat merasa bosan, sehingga pembelajaran menjadi monoton dan kurang interaktif (Wildana dkk., 2023). Meskipun demikian, pernyataan tersebut bertolak belakang dengan pendapat (Raharja *et al.*, 2024) yang menyatakan bahwa kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi seharusnya menjadi pendorong utama dalam pemanfaatan teknologi untuk mendukung proses pembelajaran menjadi lebih menarik dan interaktif.

Sebagai upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan penerapan pendekatan pembelajaran yang dapat menstimulasikan kemampuan berfikir kritis peserta didik secara kontekstual, di antaranya menggunakan pendekatan STEM (sains, teknologi, rekayasa, dan matematika). Pendekatan STEM sangat penting untuk diterapkan karena menekankan pada pembelajaran kontekstual yang mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu dan mendorong siswa untuk berpikir kritis, kreatif, serta mampu menyelesaikan masalah secara holistik (Syahiddah *et al.*, 2021). Sebagai bentuk inovasi pembelajaran, pengembangan bahan ajar berbasis teknologi menjadi solusi yang relevan seperti e-modul. Menurut (Marta *et al.*, 2025) e-modul merupakan bahan ajar digital yang disusun secara runtut untuk mempermudah siswa belajar secara mandiri dan dilengkapi dengan berbagai elemen multimedia seperti gambar, video, dan audio. E-modul yang dikembangkan dalam penelitian ini memiliki keunggulan berupa link yang bisa di buka di berbagai perangkat seperti smartphone, laptop, dan PC, asalkan terhubung dengan internet.

Hasil observasi prapenelitian yang dilakukan melalui wawancara dengan guru mata pelajaran IPA di SMP Itas Rios Sorong, diketahui bahwa dalam proses pembelajaran jarang menggunakan modul sebagai bahan ajar. Pembelajaran masih dominan menggunakan buku paket dan LKS, serta pemberian tugas yang masih ditulis di papan tulis. Kondisi tersebut diperparah dengan keterbatasan sarana pendukung seperti tidak adanya laboratorium dan alat-alat praktikum. Temuan ini di perkuat oleh hasil wawancara yang dilakukan dengan salah satu peserta didik kelas VII yang menyatakan bahwa pelajaran IPA dianggap membosankan dan sulit dipahami, khususnya pada materi kalor dan perpindahannya, gaya, serta pencemaran lingkungan apabila hanya disampaikan secara teori tanpa adanya praktikum.

Temuan tersebut menegaskan pentingnya inovasi dalam pembelajaran yang tidak hanya berfokus pada aspek teoritis, tetapi juga perlu melibatkan peserta didik secara aktif melalui pembelajaran yang bersifat kontekstual. Upaya dalam membangun kesadaran dan wawasan lingkungan perlu dilakukan agar peserta didik lebih peka terhadap permasalahan yang ada di sekitarnya (Kumalasari dkk., 2024). Sejalan dengan hal tersebut, menurut (Batigin dkk., 2024) sebaiknya penggunaan bahan ajar atau sumber belajar dalam pembelajaran IPA sebaiknya dikaitkan dengan konteks lingkungan sekitar sehingga memudahkan peserta didik dalam memahami konsep secara lebih nyata.

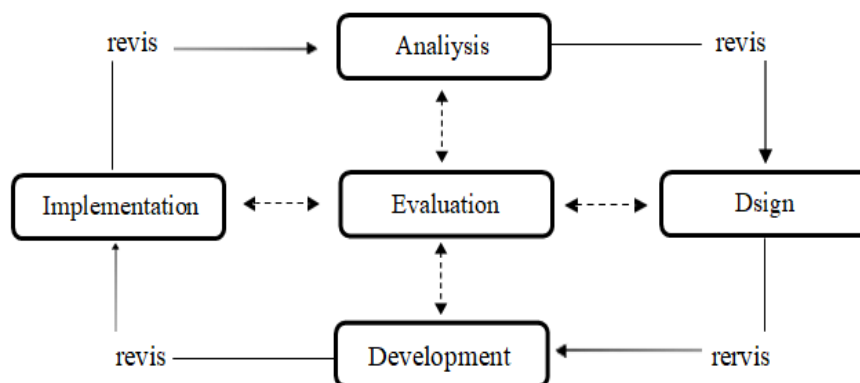
Permasalahan pencemaran lingkungan yang terjadi secara nyata juga dapat di amati pada fenomena banjir di wilayah Kota Sorong, termasuk di kawasan Kampung Bugis, Km. 10, Kota Sorong, Papua Barat Daya. Wilayah ini kerap mengalami banjir saat musim hujan yang tidak hanya disebabkan oleh curah hujan yang tinggi, tetapi juga diperparah oleh buruknya sistem *drainase* serta tersumbatnya saluran air akibat tumpukkan sampah dan endapan tanah. Kondisi tersebut mencerminkan rendahnya kesadaran masyarakat terhadap lingkungan di tingkat lokal (Mayor *et al.*, 2022). Banjir

yang terjadi di kawasan permukiman Kampung Bugis berdampak negatif terhadap kualitas lingkungan dan kehidupan sehari-hari peserta didik, sehingga konteks permasalahan lokal ini relevan untuk dijadikan dasar pengembangan e-modul yang kontekstual dan bermakna.

Berdasarkan kajian terhadap penelitian-penelitian sebelumnya mengenai pengembangan e-modul serta penerapan pendekatan STEM dan literasi sains. Namun demikian penelitian-penelitian tersebut cenderung memisahkan antara pendekatan STEM dan literasi sebagai fokus kajian yang berdiri sendiri. Penelitian yang dilakukan oleh (Marta *et al.*, 2025) mengembangkan e-modul fisika terintegrasi pendekatan STEM yang berfokus pada peningkatan keterampilan berpikir kritis dan kreatif peserta didik, namun tidak mengintegrasikan literasi sains dalam penelitian. Sementara itu, penelitian yang dilakukan oleh (Kristina *et al.*, 2022) dan (Salsabila, 2023) menekankan pengembangan e-modul berbasis literasi sains namun tidak mengintegrasikan pendekatan STEM dalam penelitian. Selain perbedaan fokus pendekatan, penelitian-penelitian tersebut juga menggunakan model pengembangan yang beragam, seperti Borg & Gall. Berbeda dengan penelitian sebelumnya, penelitian ini menggunakan model ADDIE yang dinilai lebih sistematis karena terdiri atas lima tahapan, yaitu *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluation*. Oleh karena itu, penelitian ini menawarkan kebaruan melalui pengembangan e-modul STEM berbasis literasi sains pada materi pencemaran lingkungan, khususnya topik pencemaran air, sehingga dapat menghasilkan pengalaman belajar yang kontekstual dan interaktif serta diharapkan dapat memberikan inovasi baru dalam pembelajaran IPA terutama dalam meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan *Research and Development* (R&D) metode ini umum digunakan dalam pengembangan produk. Model pengembangan yang digunakan adalah model ADDIE, yang terdiri dari lima tahapan yaitu: (*Analysis*), (*Design*), (*Development*), (*Implementation*), dan (*Evaluation*).



Gambar 1. Tahapan Model ADDIE

Sumber. (Branch, 2009)

Penelitian ini dilaksanakan di SMP Itas Rios Sorong pada semester genap tahun ajaran 2024/2025. Fokus penelitian ini pada sub materi pencemaran lingkungan, khususnya pencemaran air. Subjek penelitian terdiri dari 14 peserta didik kelas VII. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan e-modul STEM, berbasis literasi sains pada materi pencemaran lingkungan topik pencemaran air serta alat filtrasi air sederhana sebagai bagian dari implementasi STEM berbasis literasi.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui penyebaran lembar angket, baik untuk validasi oleh ahli materi dan ahli media, maupun angket respon peserta didik. Tujuan dari penggunaan angket adalah untuk mengukur kevalidan, dan kepraktisan e-modul STEM berbasis literasi sains pada materi pencemaran lingkungan topik pencemaran air. Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas data kuantitatif dan data kualitatif, data kualitatif diperoleh dari masukan dan saran yang diberikan oleh para validator. Sementara itu, data kuantitatif diperoleh dari skor penilaian hasil validasi oleh ahli materi, ahli media, dan angket respon peserta didik terhadap produk yang dikembangkan. Seluruh data tersebut selanjutnya dianalisis menggunakan rumus skala Likert berikut.

$$P = \frac{\text{jumlah skor total yang diperoleh}}{\text{jumlah skor maksimum}} \times 100$$

Selanjutnya, skor (%) yang telah diperoleh dari hasil validasi kemudian diinterpretasikan berdasarkan kriteria dalam tabel 1. Tabel ini digunakan sebagai acuan untuk menilai tingkat kelayakan media berdasarkan penilaian dari para validator ahli. Nilai yang diperoleh akan dikategorikan ke dalam interval berdasarkan empat kriteria yang tercantum dalam tabel 1 berikut ini (Arikunto dkk., 2009):

Tabel 1. Interval untuk tingkat kelayakan media

Interval (P)	Kriteria Tingkat Kelayakan
80% - 100%	Sangat layak/ sangat baik/sangat setuju
66% - 79%	Layak/baik/setuju
56% - 65%	Kurang layak/kurang baik/kurang setuju
0 - 55%	Tidak layak/tidak baik/tidak setuju

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Pengembangan E-modul STEM dan Alat Filtrasi Air Sederhana

3.1.1 Tahap *Analyze* (Analisis)

Tahap analisis merupakan tahap awal dalam pengembangan e-modul STEM berbasis literasi sains pada materi pencemaran lingkungan topik pencemaran air. Analisis dilakukan melalui wawancara dengan guru mata pelajaran IPA dan salah satu peserta didik kelas VII di SMP Itas Rios Sorong. Hasil wawancara menunjukkan bahwa pembelajaran

IPA di sekolah tersebut belum menerapkan pendekatan STEM berbasis literasi sains baik dari segi pelaksanaan maupun bahan ajar yang digunakan. Sumber belajar yang digunakan masih terbatas pada buku paket, LKS dan modul cetak namun jarang digunakan dalam proses pembelajaran. Selain itu, keterbatasan sarana dan prasarana, seperti tidak tersedianya laboratorium dan alat praktikum. Kondisi tersebut diperkuat oleh hasil wawancara dengan salah satu peserta didik kelas VII yang mengungkapkan bahwa mereka membutuhkan media atau bahan ajar yang lebih interaktif dan kontekstual agar materi lebih mudah dipahami. Oleh karena itu, penggunaan e-modul STEM berbasis literasi sains dipandang sebagai solusi yang relevan untuk memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna.

3.1.2 Tahap *Design* (Desain)

a. *Design* E-modul

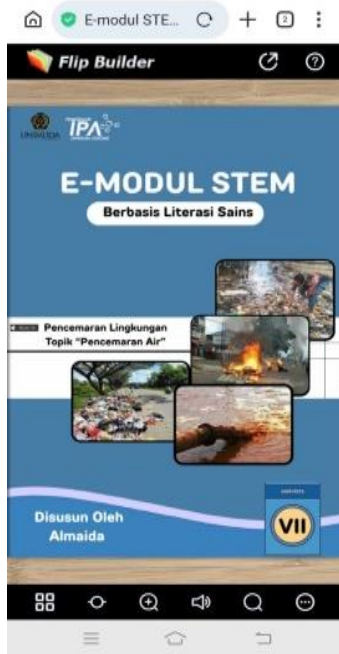
Tahap kedua dalam proses pengembangan adalah tahap desain. Pada tahap ini, hasil analisis kebutuhan peserta didik dijadikan dasar dalam merancang e-modul dan alat filtrasi air sebagai bentuk implementasi nyata pendekatan STEM. Struktur e-modul yang dirancang meliputi sampul depan dan sampul belakang, identitas penulis dan dosen pembimbing, kata pengantar, daftar isi, Bab I pendahuluan, Bab II informasi umum, Bab III Pembelajaran STEM berbasis literasi sains. Pada bab III, e-modul disajikan dalam dua bagian utama, yaitu penjelasan materi pencemaran lingkungan, dan aktivitas pembelajaran STEM berbasis literasi sains. Selain itu, e-modul juga dilengkapi dengan daftar pustaka, dan glosarium untuk memudahkan peserta didik dalam memahami materi.

b. *Design* Alat Filtrasi Air Sederhana

Selain perancangan e-modul, pada tahap desain juga disusun rancangan alat filtrasi air sederhana sebagai bagian dari aktivitas STEM berbasis literasi sains diterapkan melalui beberapa aspek, yaitu: (1) aspek *Science*, melalui kegiatan mengamati dan menganalisis fenomena pencemaran air berdasarkan studi kasus banjir di Kampung Bugis Km 10, Kota Sorong, Papua Barat Daya, yang disajikan dalam bentuk artikel; (2) aspek *Technology*, melalui pemanfaatan teknologi sederhana dan ramah lingkungan dengan menggunakan botol plastik bekas sebagai bahan utama pembuatan alat filtrasi sederhana; (3) aspek *Engineering*, melalui kegiatan merancang dan membuat alat filtrasi air sederhana; (4) aspek *Mathematics*, melalui kegiatan a) Mengukur volume air sebelum dan sesudah filtrasi untuk menghitung efisiensi hasil filtrasi dengan membandingkan volume awal dan volume akhir, b) Mengamati dan membandingkan perubahan karakteristik fisik air (warna, bau, dan tingkat kejernihan) sebelum dan sesudah filtrasi, c) Mengukur pH air sebelum dan sesudah filtrasi, kemudian menghitung selisih nilai pH untuk mengevaluasi perubahan tingkat keasaman atau kebasaaan air sebagai salah satu indikator keberhasilan proses filtrasi.

3.1.3 Tahap *Development* (Pengembangan)

Pada tahap pengembangan, rancangan e-modul dan alat filtrasi air sederhana yang telah disusun sebelumnya dikembangkan menjadi produk yang utuh. Produk yang telah dikembangkan kemudian divalidasi oleh para ahli, guna menilai kelayakan produk yang telah dikembangkan. Proses validasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa produk yang dikembangkan memenuhi kriteria layak digunakan sebelum diimplementasikan dalam proses pembelajaran. Hasil pengembangan E-modul dan alat filtrasi air sederhana dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3 berikut ini:



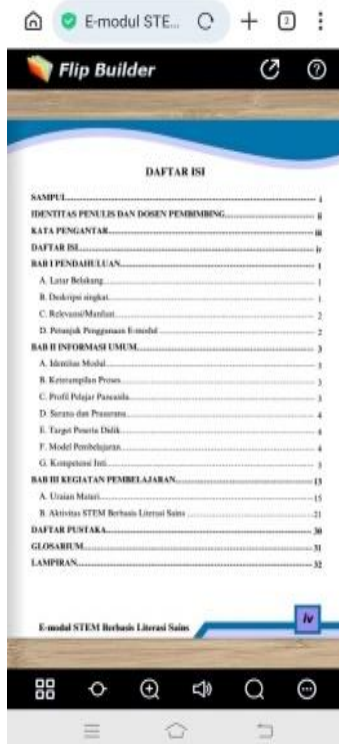
Sampul Depan



Sampul Belakang



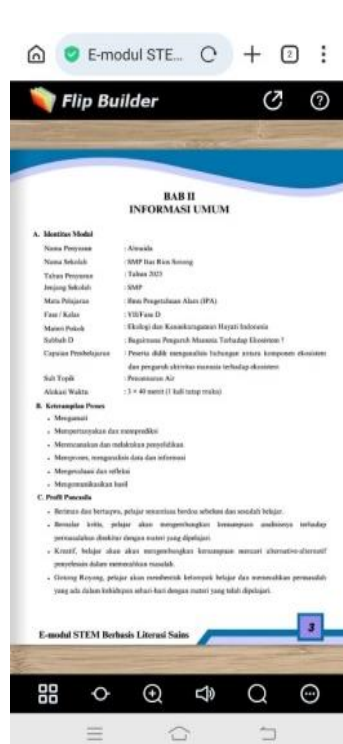
Identitas Penulis dan Dosen Pembimbing



Daftar Isi



Bab I (Pendahuluan)



Bab II (informasi Umum)



Bab III (Aktivitas Pembelajaran STEM Berbasis Literasi Sains

Daftar Pustaka

Glosarium

Gambar 2. Isi E-modul STEM Berbasis Literasi Sains



Gambar 3. Alat Filtrasi Air Sederhana

Berdasarkan hasil validasi yang dilakukan oleh ahli materi 1, diperoleh skor persentase rata-rata sebesar 88.91% dengan kategori "Sangat Layak". Penilaian dari ahli materi 2 menunjukkan skor persentase rata-rata sebesar 100%, dengan kategori "Sangat Layak,". Adapun hasil validasi dari ahli media 1, terhadap e-modul dan alat filtrasi air sederhana, diperoleh skor persentase rata-rata sebesar 99.17% dengan kategori "Sangat Layak,". Sementara itu, hasil penilaian dari ahli media 2 menunjukkan skor persentase rata-rata sebesar 100%, dikategorikan "Sangat Layak,".

Tabel 2. Hasil Penilaian Validator Ahli

Validator Ahli	Presentase	Kriteria
Ahli Materi 1	88.91%	Sangat Layak
Ahli Materi 2	100%	Sangat Layak
Ahli Media 1	99.17%	Sangat Layak
Ahli Media 2	99.31%	Sangat Layak

3.1.4 Tahap *Implementation* (Implementasi)

Setelah melalui tahapan validasi oleh ahli materi dan ahli media, serta dilakukan perbaikan berdasarkan masukan dan saran yang diberikan, selanjutnya e-modul dan alat filtrasi air sederhana diuji cobakan pada skala terbatas kepada peserta didik kelas VII SMP Itas Rios Sorong yang berjumlah 14 orang. Pada tahap uji coba ini, e-modul STEM berbasis literasi sains pada materi pencemaran lingkungan topik pencemaran air di terapkan dalam kegiatan pembelajaran. Selain itu, peserta didik juga diminta untuk membuat dan uji coba alat filtrasi air sederhana sebagai bagian dari implementasi pendekatan STEM. Setelah proses pembelajaran selesai, peserta didik diminta untuk mengisi angket respon peserta didik yang bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana produk yang di kembangkan praktis untuk digunakan, baik dari segi kelayakan isi materi

maupun keterlibatan peserta didik dalam kegiatan pembelajaran. Hasil penilaian dari respon peserta didik terhadap e-modul dan alat filtrasi air sederhana disajikan pada gambar berikut ini.

Untuk menguji kepraktisan, peneliti menyebarkan angket respon peserta didik kepada 14 orang peserta didik kelas VII SMP Itas Rios Sorong. Tujuan dari uji kepraktisan adalah untuk mengetahui sejauh mana ketertarikan peserta didik dan kemudahan mereka dalam menggunakan e-modul dan alat filtrasi air sederhana. Berdasarkan hasil pengisian angket diperoleh skor total sebesar 1.191. dengan nilai rata-rata keseluruhan sebesar 3.87 dan persentase sebesar 96.67%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa e-modul dan alat filtrasi air sederhana berada pada kategori **“Sangat Praktis”** untuk digunakan dalam pembelajaran. Hasil respon peserta didik terhadap produk yang dikembangkan disajikan pada gambar berikut.



Gambar 4. Grafik Respon Peserta Didik Kelas VII SMP Itas Rios Sorong

3.1.5 Tahap *Evaluation* (Evaluasi)

Tahap evaluasi dilakukan untuk menilai kelayakan e-modul dan alat filtrasi air sederhana yang telah dikembangkan. Evaluasi didasarkan pada hasil validasi dari ahli materi, ahli media, dan angket respon peserta didik. Saran dan masukan yang diperoleh pada tahap ini digunakan sebagai acuan dalam melakukan revisi guna penyempurnaan produk yang dikembangkan.

Masukan dari ahli materi 1 yaitu penerapan aktivitas pembelajaran STEM dalam e-modul harus berbasis literasi sains. Keempat aspek literasi sains, yaitu aspek konteks, aspek pengetahuan, aspek kompetensi, dan aspek sikap ilmiah, harus diintegrasikan ke dalam setiap aktivitas STEM dan tidak dipisahkan sebagai dua komponen yang berdiri sendiri. Menindaklanjuti saran tersebut, dilakukan revisi dengan mengintegrasikan seluruh aspek literasi sains ke dalam aktivitas STEM. Selanjutnya, ahli materi 2 menyarankan agar materi pencemaran lingkungan disajikan secara lebih kontekstual. Berdasarkan saran tersebut, materi direvisi dengan mengangkat studi kasus pencemaran yang terjadi di Pasar Remu, Kota Sorong, Papua Barat Daya, sehingga dekat dengan kehidupan sehari-hari peserta didik. Selain masukan dari para ahli, hasil angket respon peserta didik menunjukkan perlunya perbaikan di petunjuk penggunaan e-modul karena terlalu banyak

banyak poin yang disajikan, serta pada tampilan visual e-modul. Menindaklanjuti saran tersebut, petunjuk penggunaan direvisi agar lebih ringkas dan mudah dipahami, serta dilakukan perbaikan pada tampilan visual e-modul melalui penyesuaian ukuran huruf yang digunakan. Revisi ini bertujuan untuk meningkatkan kejelasan materi, agar lebih mudah dipahami oleh peserta didik.

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan kajian hasil penelitian dan pembahasan mengenai pengembangan e-modul STEM berbasis literasi sains pada materi pencemaran lingkungan topik pencemaran air, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

E-modul STEM dan alat filtrasi air sederhana yang dikembangkan untuk siswa kelas VII SMP Itas Rios Sorong telah melalui proses validasi oleh dua orang ahli materi. Hasil validasi ahli materi pertama diperoleh skor rata-rata presentase sebesar 88.91% dengan kategori “Sangat Layak”, sedangkan hasil validasi oleh ahli materi kedua diperoleh skor rata-rata presentase sebesar 100% dengan kategori “Sangat Layak”. Selain itu penilaian terhadap aspek media yang meliputi e-modul dan alat filtrasi air sederhana, juga dilakukan oleh dua orang ahli media. Hasil validasi oleh ahli media pertama diperoleh skor persentase rata-rata sebesar 99.17%, dengan kategori “Sangat Layak”, sedangkan hasil penilaian ahli media kedua diperoleh skor persentase rata-rata sebesar 99.31% dengan kategori “Sangat Layak”.

Kepraktisan e-modul dan alat filtrasi air sederhana diuji melalui implementasi dalam skala terbatas di kelas VII SMP Itas Rios Sorong. Hasil respon peserta didik menunjukkan total skor keseluruhan sebesar 1.191, dengan nilai rata-rata sebesar 3.87, dan persentase kelayakan sebesar 96.67% dengan kategori “Sangat Baik” atau “Sangat Praktis” untuk digunakan dalam proses pembelajaran.

Penelitian ini memberikan hasil positif dalam pengembangan e-modul STEM berbasis literasi sains pada materi pencemaran lingkungan topik pencemaran air. Namun, untuk penyempurnaan lebih lanjut, disarankan kepada peneliti selanjutnya agar melakukan penelitian lanjutan dengan melibatkan jumlah peserta didik lebih banyak lagi. Langkah ini bertujuan untuk memperoleh data yang lebih *representatif*, tidak terbatas pada 14 orang peserta didik, serta dapat memperbaiki dan menyempurnakan kekurangan yang masih terdapat dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Abduh, A., Marliyah., & Siregar, S. (2024). Instrumen Keuangan Sosial Islam dan Keberlanjutan Lingkungan (SDGs 13). *Islamic Business and Finance (IBF)*, 5(1), 42–63.
- Arikunto, Suharsimi., Safrudin A. J, C. (2009). *Evaluasi Program Pendidikan*. Bumi Aksara.
- Batigin, R. W., Irianti, M., & Sutomo, E. (2024). Pengembangan E-Modul IPA Berbasis Kearifan Lokal Papua pada Materi Interaksi MakhluK Hidup dengan Lingkungannya Kelas VII SMP/MTS. *Eduproxima: Jurnal Ilmiah Pendidikan IPA*, 6(3), 758–765.
- Fuadi, H., Robbia, A. Z., Jamaluddin., & Jufri, A. W. (2020). Analisis faktor penyebab rendahnya kemampuan literasi sains peserta didik. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 5(2), 108–116.
- Hidayah, I. N., & Kuntjoro, S. (2022). Pengembangan E-LKPD Perubahan Lingkungan

- Berbasis Science Literacy untuk Melatihkan Keterampilan Berfikir Kritis Peserta Didik Kelas X SMA. *BioEdu Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 11(2), 384–393.
- Hidayat, R. N., Rasyid, A., & Muminah, I. H. (2022). Penerapan Model Pembelajaran Discovery Learning pada Materi Pencemaran Lingkungan Terhadap Hasil Belajar Siswa. *Seminar Nasional Pendidikan FKIP UNMA 2022*, 211–219.
- Hurd, P. D. (1997). Scientific Literacy: New Minds for a Changing World. *Science Education*, 82(3), 407–416.
- Kristina, H., Vitasari, M., & Taufik, A. N. (2022). Pengembangan E-modul Berbasis Literasi Sains Tema Ayo Siaga Bencana untuk Melatih Kemandirian Belajar Siswa SMP. *PENDIPA Journal of Science Education*, 6(3), 754–763.
- Kumalasari, L., Irianti2, M., & Kasan, A. (2024). Implementasi Avipedia (Aplikasi Ensiklopedia Burung Berbasis Android) untuk Meningkatkan Wawasan Lingkungan Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan*, 12(02), 201–206.
- Kumalasari, L., Suhadi, S., & Mahanal, S. (2023). Avipedia: An electronic encyclopedia of bird diversity in Baluran National Park - Indonesia. *Research and Development in Education (RaDEn)*, 3(1), 26–36.
- Lubis, F. W., & Albina, M. (2025). Urgensi Pengembangan Bahan ajar dalam Pembelajaran Pendidikan Agama Islam. *Jurnal Kajian Ilmu Kependidikan*, 07(01), 73–89.
- Marta, Y. M. V., Asrizal., & Ramli. (2025). Development of Physics E-Module Integrated with STEM Approach to Promote Students' Critical and Creative Thinking Skills. *Journal of Research in Science Education*, 11(1), 761–769. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v11i1.4829>
- Mayor, J., Warouw, F., & Karongkong, H. (2022). Ketangguhan Wilayah Kota Sorong Dalam Menghadapi Bencana Banjir The Resilience of Sorong City Area in Facing Flood Disaster. *Sabua*, 11(2), 90–97.
- OECD. (2018). *PISA 2018 Results What Student Know and Can Do Volume I: Vol. I*.
- OECD. (2023). *PISA 2022 Results (Volume I) The state of Learning and Equity in Education: Vol. I*. Education. PISA,OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- Raharja, E. P., Irianti, M., Lestari, R. D., & Kabes, Y. (2024). Development of a physics experiment module based on smartphone sensors on mechanics for high school students. *Jurnal Riset Dan Kajian Pendidikan Fisika*, 11(1), 1–10. <https://doi.org/10.12928/jrkpf.v11i1.634>
- Salsabila, D. S. (2023). *Pengembangan E-Modul Berbasis Literasi Sains untuk Siswa Kelas V di MI/SD*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Syahiddah, D. S., A.P, P. D., & Supriyadi, B. (2021). Pengembangan E-Modul Fisika Berbasis STEM (Science , Technology , Engineering , and Mathematics) Pada Materi Bunyi di SMA/MA. *Jurnal Literasi Pendidikan Fisika*, 2(1), 1–8.
- Tiro, A. R., Nidiasari, Y., & H, R. C. W. (2020). Analysis of comprehension scientific literacy concept of science education students at UNIMUDA Sorong. *Proceding "International Webinar On Education 2020"*, 1, 247–253.
- Wildana, A. A., Aristya, P. D., & Budiarmo, A. S. (2023). Pengembangan Modul Flipbook Digital Berbasis STEM Materi Sistem Pencernaan Manusia untuk Meningkatkan Literasi Sains. *Lensa (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, 13(1), 57–66. <https://doi.org/10.24929/lensa.v13i1.294>