Pengembangan *E-Modul* Berbasis STEM-SDGs Untuk Meningkatkan *Scientific Communication* Siswa

Dwi Yuliati[1], Pramudya Dwi Aristya Putra[2], Nur Ahmad[3]
yulidwi647@gmail.com[1], pramudya.fkip@unej.ac.id[2], masnurauai.fkip@unej.ac.id[3]
Program Studi Pendidikan IPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember[1,2,3]

Development of STEM-SDGs-Based E-Modules to Improve Students' Scientific Communication

ABSTRACT

Scientific Communication is a skill possessed by individuals or students in the form of interaction in the field of science that is supported by facts. The ability in scientific communication can help students express scientific ideas. Facts in the field state that there are still many challenges in education, such as students' lack of scientific communication skills. Some studies state that the obstacles that are often encountered in science learning are dominated by the role of the teacher during the teaching and learning process using the lecture method, resulting in students becoming passive listeners and less active in the ongoing learning process. This study aims to evaluate the validity, usefulness, and effectiveness of STEM-SDGs-based e-modules in improving the Scientific Communication of junior high school students in science learning. The research method used is Research and Development with the application of the ADDIE model, which consists of five stages. Data collection was carried out through various techniques, including observation, interviews, questionnaires, tests, and documentation. The instruments used to collect data include validation sheets, learning implementation observation sheets, test sheets, and student response questionnaire sheets. The average validity score of the STEM-SDGs-based e-module reached 84.97%, indicating a good level of validity. The results of the learning implementation observation showed that this module was very practical with an average score percentage reaching 92.85%. Evaluation of the effectiveness of the module through pretest and posttest using the N-gain formula resulted in a score of 0.72, which showed a good level of success. Based on the results of the study, it can be concluded that the development of STEM-based science modules is considered to have a high level of validity, practicality, and effectiveness.

Keywords: *E-Modul, STEM, SDGs, Scientific Communication, Science Learning*

Article Info
Received date: 4 Februari 2025 Revised date: 5 September 2025 Accepted date: 26 September 2025

PENDAHULUAN

IPA merupakan pengetahuan yang berfokus pada konsep, hukum, dan fakta yang ada di lingkungan kita dan telah diverifikasi melalui metode ilmiah. Proses belajar IPA melibatkan interaksi pendidik, peserta didik dan alat atau media pembelajaran, yang semuanya berkontribusi dalam mencapai tujuan dan kompetensi yang telah ditentukan (Mutmainnah et al., 2022). Studi IPA dapat mendorong siswa untuk terlibat secara langsung, memberi ruang yang memadai untuk kreativitas dan otonomi, sesuai dengan talenta, minat, serta pertumbuhan fisik dan mental mereka (Wahyuni et al., 2022). Proses belajar IPA menuntut pemahaman yang mendalam dan keterampilan dalam mencari bukti ilmiah untuk melatih kemampuan berfikir analisis, penyelesaian masalah, dan keterampilan komunikasi.

Scientific communication adalah bentuk interaksi dalam bidang sains yang didukung oleh bukti-bukti yang nyata dan dapat dipertanggungjawabkan. keterampilan dalam komunikasi ilmiah memiliki beberapa komponen termasuk pengamatan (observing), penulisan ilmiah (scientific writing), dan penyajian informasi (information representation) (Ummiah dan Fuadiayah, 2024). Kemampuan dalam komunikasi ilmiah dapa membantu siswa untuk mengekspresikan gagasan-gagasan ilmiah (Afkarina et al., 2024).

Proses belajar mengajar IPA diharapkan dapat memperkuat kemampuan berpikir, partisipasi ilmiah, dan sikap ilmiah siswa. Tetapi, di lapangan membuktikan bahwa masih ada banyak tantangan dalam pendidikan, seperti kemampuan komunikasi siswa yang masih kurang (Wardani dan Pertiwi, 2021). Beberapa peneliti menyatakan bahwa hambatan yang sering ditemui dalam pembelajaran IPA didominasinya peran guru dalam proses penjelasan, yang mengakibatkan siswa menjadi pendengar yang pasif. Peneliti menilai bahwa keterbatasan dalam berkomunikasi siswa disebabkan oleh kebiasaan siswa yang hanya mencatat dan mendengarkan penjelasan (Rizki & Sari, 2021).

Pembelajaran dengan pendekatan STEM menghasilkan perubahan internal pada siswa, yang tercermin dalam pemikiran, perilaku, dan kemampuan mereka (Mustofa et al., 2021). Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) adalah upaya berkelanjutan untuk menciptakan masa depan yang lestari dengan memenuhi kebutuhan generasi kini dan mendatang. Untuk mencapai SDGs melalui pendidikan, diperlukan pengajaran yang membekali masyarakat dengan pengetahuan, keterampilan, dan kemampuan yang relevan. Dalam konteks ini, pendekatan STEM menjadi sangat penting (Nguyen et al., 2020).

Proses pembelajaran yang berkembang sesuai perkembangan teknologi dapat mendorong calon guru untuk lebih kreatif dalam upaya komunikasinya selama pembelajaran IPA. Modul pembelajaran elektronik dengan fleksibilitasnya dapat alternatif yang efektif untuk mengatasi permasalahan tersebut. Berdasarkan dengan temuan penelitian Kurniasih, dkk (2022), e-modul ini memiliki peran penting dalam mendukung paradigma pembelajaran digital yang semakin relevan dengan kebutuhan saat ini.

E-modul yang berbasis SDGs dan terintegrasi dengan pendekatan STEM pada materi suhu, kalor, dan pemuaian diharapkan dapat meningkatkan keterampilan dan kemampuan siswa dalam menyelesaikan masalah terkait materi tersebut. Masalah yang dihadapi yakni keterbatasan dalam media pembelajaran yang hanya menggunakan buku ajar dari sekolah, Ketersediaan media pembelajaran berupa emodul sangat dibutuhkan untuk mengatasi kekurangan media pembelajaran yang ada. Oleh

karena itu, ”Pengembangan e-modul berbasis STEM-SDGs terhadap scientific communication siswa pada materi suhu, kalor, dan pemuaian” dipilih sebagai judul penelitian.

KAJIAN PUSTAKA

Pembelajaran IPA dapat dilakukan untuk memudahkan siswa dalam memahami lebih jauh tentang Fenomena alam (Wahyuni et al., 2022). Seiring dengan kemajuan zaman, pembelajaran IPA tidak hanya sekadar teori, tetapi juga semakin terintegrasi dengan permasalahan dan fenomena aktual dalam kehidupan. Hal ini mendorong peningkatan minat siswa dalam memahami berbagai fenomena alam dan menguasai prinsip-prinsip ilmiah. Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) melibatkan partisipasi aktif siswa, mencakup aktivitas fisik dan mental, serta berfokus pada siswa dan pengalaman sehari-hari. IPA menekankan pengalaman langsung penyelidikan dan tindakan, memungkinkan siswa menemukan IPA dan memahami alam di sekitarnya. Selama belajar, siswa akan memperoleh pengalaman belajar yang bermanfaat sehingga dapat mengembangkan nilai-nilai yang diperoleh dari pembelajaran IPA di bidang tersebut (Suwartiningsih, 2021).

E-modul merupakan bahan ajar dalam bentuk digital yang dikembangkan menggunakan aplikasi khusus dengan bantuan komputer dan dilengkapi dengan berbagai media seperti gambar, animasi, dan audio agar lebih menarik serta interaktif (Fitriani dan Indriaturrahmi, 2020). E- Modul berbasis STEM-SDGs E-modul berbasis STEM merupakan media pembelajaran digital yang mengintegrasikan konsep-konsep Sains, Teknologi, Teknik, dan Matematika untuk mendukung pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs). Depdiknas (2007) menjelaskan e-modul merupakan suatu media pembelajaran berbasis elektronik yang disusun secara sistematis untuk memfasilitasi pembelajaran mandiri siswa, lengkap dengan materi, metode, dan evaluasi, sejalan dengan penelitian yang dilakukan Lestari (2024). Emodul berbasis STEM-SDGs dapat memudahkan dalam proses pembelajaran karena dapat digunakan belajar secara mandiri. Pembelajaran dengan pendekatan STEM dapat mempermudah siswa dalam menggunakan teknologi dalam membangun eksperimen yang mampu membuktikan hukum serta konsep ilmiah seperti pada materi suhu, kalor, dan pemuaian.

Pendekatan STEM dianggap sesuai untuk diterapkan dalam proses pembelajaran karena sesuai dengan karakteristik pembelajaran di era ini. Beberapa karakteristik pembelajaran abad 21 meliputi integrasi, holistik, berbasis ilmu pengetahuan, kontekstual, tematik, efisien, menekankan pada

kolaborasi, dan berpusat pada siswa. Selain itu, pembelajaran di abad tersebut pendidikan tidak hanya berfokus pada pengetahuan, tetapi juga pada pengembangan kompetensi 4C yakni kemampuan berpikir kritis, kreatif, berkomunikasi efektif, dan berkolaborasi dalam tim dalam menghadapi tantangan dunia yang semakin kompleks (Khoiri et al., 2021). Keuntungan dari pendekatan ini dalam pembelajaran antara lain memberikan pengalaman belajar melalui integrasi berbagai disiplin ilmu (Muttaqiin, 2023). Modul STEM mengintegrasikan materi teoritis dengan konteks nyata dalam bentuk sains, teknologi, teknik, dan matematika.

SDGs (Sustainable Development Goals) merupakan kelanjutan dari upaya pembangunan yang telah dimulai oleh MDGs (Millennium Development Goals) yang baru berhasil mengatasi setengah dari targetnya. Oleh karena itu, SDGs dibuat untuk menyelesaikan berbagai masalah negara, terutama ketimpangan dalam bidang Pendidikan (Safitri et al., 2022). Salah satu konsep SDGs yang berkaitan dengan pendidikan adalah tujuan keempat, yaitu "pendidikan berkualitas".

Keterampilan komunikasi ilmiah merupakan kompetensi penting yang harus dimiliki oleh siswa dalam pembelajaran IPA. Dengan kegiatan komunikasi ilmiah, siswa dilatih untuk mencari informasi dan menyampaikan informasi secara efektif serta akurat kepada orang lain baik secara lisan maupun tulisan. Keterampilan komunikasi ilmiah termasuk bagian dari Keterampilan Proses Sains. Pembelajaran sains juga tidak hanya berfokus pada penguasaan konsep, tetapi juga menekankan pada pengembangan keterampilan komunikasi ilmiah untuk memecahkan masalah. Komunikasi yang efektif dapat mempermudah siswa dalam memecahkan masalah yang mereka hadapi melalui diskusi bersama siswa lain dan guru (Wardani dan Pertiwi, 2021).

Keterampilan komunikasi ilmiah dalam pembelajaran IPA memberikan kesempatan bagi siswa untuk menginterpretasi informasi dan memahami permasalahan dengan lebih baik. Karso dkk (1993) menyatakan bahwa indikator komunikasi ilmiah diantaranya menyusun dan menyampaikan laporan secara sistematik dan jelas, menjelaskan hasil percobaan, mendiskusikan hasil percobaan, mengklasifikasikan data dan menyusun data dan menggambarkan data dalam grafik, tabel, atau diagram. Keterampilan ini juga memungkinkan siswa untuk berbagi idenya dengan siswa Selain itu, keterampilan ini memfasilitasi siswa untuk berkolaborasi dengan siswa lain dalam berbagi ide dan gagasan, melaporkan, menjelaskan hasil tes, membaca dan membuat diagram, tabel dan grafik serta berdiskusi dengan orang lain. Komunikasi dapat membantu siswa untuk mentransformasikan konsep yang dikuasainya dengan keterampilan yang dimiliki (Imadudin et al., 2022).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di MTSN 2 Jember, yang berlokasi di Jl. Merak No. 11, Puring, Slawu, Kecamatan Patrang, Kabupaten Jember, pada semester ganjil tahun ajaran 2024/2025. Subjek penelitian adalah 28 siswa kelas VII C yang dipilih menggunakan teknik *purposive sampling* berdasarkan ketersediaan siswa di sekolah tersebut. Penerapan model ADDIE dalam penelitian ini menekankan pendekatan *student-centered*, inovatif, otentik, dan inspiratif. Tahapan model ADDIE meliputi analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Pengumpulan data melibatkan data utama (validitas, keefektifan, dan kepraktisan) serta data pendukung berupa observasi, dokumentasi foto kegiatan, buku, dan jurnal.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian pengembangan e-modul IPA berbasis STEM-SDGs (Science Technology Engineering Mathematics-Sustainable Development Goals) untuk meningkatkan kemampuan komunikasi ilmiah siswa SMP dilaksanakan di kelas VII C MTS Negeri 2 Jember yang terdiri dari 28 siswa. Hasil wawancara menunjukkan bahwa siswa belum pernah belajar menggunakan e-modul berbasis STEM-SDGs untuk mengukur komunikasi ilmiah mereka. Guru masih menggunakan media pembelajaran konvensional seperti LKS dan buku paket. Berdasarkan hal tersebut, peneliti berinisiatif mengembangkan e-modul IPA berbasis STEM-SDGs untuk mengukur keterampilan berpikir kritis siswa.

Indikator *scientific Communication* menjadi dasar dalam mengembangkan *E-modul* IPA sehingga diharapkan peserta didik mampu mengukur *Scientific Communicationnya.* Penelitian pengembangan yang dilakukan bertujuan untuk menguji serta menghasilkan media pembelajaran berupa *E-modul* IPA berbasis STEM-SDGs yang valid, praktis, dan efektif sehingga nantinya dapat

digunakan dalam proses pembelajaran di MTS Negeri 2 JemberE-modul ini bertujuan untuk mengembangkan keterampilan *Scientific Communication* siswa, yang meliputi kemampuan dalam menyusun dan menyampaikan laporan secara terstruktur dan mudah dipahami, menguraikan dan membahas temuan eksperimen, mengelompokkan dan menata data, serta menampilkannya melalui grafik, tabel, atau diagram. Metodologi pengembangan yang diterapkan adalah model ADDIE.

Hasil analisis meliputi analisis kebutuhan, karajteristik siswa, dan kurikulum yang diperoleh dari wawancara di MTSN 2 Jember. Temuan analisis menunjukkan bahwa analisis kebutuhan dilakukan untuk mengidentifikasi media pembelajaran yang diperlukan siswa dalam meningkatkan mutu pembelajaran dan prestasi belajar. Berdasarkan hal tersebut, peneliti mengembangkan e-modul yang diharapkan dapat mengatasi kebosanan siswa saat mempelajari IPA., Analisis kinerja dilakukan dengan proses evaluasi masih menggunakan media konvensional yaitu kertas berupa LKS Dan buku paket sekolah. Scientific Communication peserta didik tidak dapat dilatih jika hanya menggunakan buku paket sekolah dan LKS. Evaluasi dengan menggunakan kertas membuat peserta didik tegang dan tidak nyaman serta dalam pelaksanaannya pun kurang efektif. Analisis kurikulum menentukan kurikulum yang digunakan di sekolah dengan menelaah tujuan, kompetensi dasar, serta standar isi yang ada dalam kurikulum IPA. Kurikulum yang digunakan pada MTSN 2 Jember yakni kurikulum Merdeka.

Tahap perancangan (design) ini peneliti mendesain produk pengembangan *e-modul* berbasis STEM-SDGs yang akan dimplementasikan dalam proses pembelajaran IPA kelas VII C MTSN 2 Jember. E-modul berbasis STEM-SDGs didesain berdasarkan hasil analisis kinerja, kompetensi, materi, tujuan pembelajaran, dan karakteristik peserta didik dalam meningkatkan *Scientific Communication*. Penyusunan e-modul berbasis STEM-SDGs menggunakan aplikasi Canva, menggunakan ukuran (1410 piks X 2250 piks).

Gambar 1.1 Tampilan *e-modul* berbasis STEM-SDGs

Tahap pengembangan (development) dilakukan peneliti untuk merealisasikan produk pengembangan *e-modul* berbasis STEM-SDGs dan validasi. Pengunggahan *e-modul* berbasis STEM-SDGs secara online dan diperoleh barcode atau link. Barcode tersebut yang digunakan oleh pengguna untuk mengakses *e-modul* berbasis STEM-SDGs secara online melalui

internet. Validasi dilakukan oleh validator yaitu satu dosen Pendidikan IPA dan dua guru mata pelajaran IPA di MTSN 2 Jember.

Tabel 1. Analisis validasi *e-modul* berbasis STEM-SDGs

No.	Aspek Penilaian	Presentase Penilaian (%)				
		Validator 1	Validator 2	Validator 3	Rata-rata (%)	Kategori
1.	Kelayakan Isi	75	90	85	83,3	Valid
2.	Kelayakan Penyajian	75	90	90	85	Valid
3	Kelayakan Kebahasaan	75	90	85	83,3	Valid
4	Kelayakan Kegrafikan	75	95	95	88,3	Valid
	Rata-Rata (%)	75	91,25	88,75	84,97	Valid

Berdasarkan Tabel 1 hasil analisis validasi *e-modul* berbasis STEM-SDGs memperoleh rata-rata kelayakan isi sebesar 83,3% dengan kriteria valid, kelayakan penyajian 85% dengan kriteria valid,

kelayakan kebahasaan 83,3% dengan kriteria valid, kelayakan kegrafikaan 88,3% dengan kriteria valid. Sehingga diperoleh rata-rata dari aspek penilaian sebesar 84,97% dengan kriteria valid.

Tabel 2. Analisis Validasi modul ajar STEM-SDGs

No.	Komponen Utama	Persentase (%)	Kriteria
1.	Informasi Umum	85	Valid
2.	Komponen Inti	87,5	Valid
	Nilai Rata-Rata Persentase	86,24	Valid

Berdasarkan Tabel 2 hasil analisis validasi modul ajar berbasis STEM-SDGs memperoleh rata-rata informasi umum sebesar 85% dengan kriteria valid dan memperoleh rata-rata komponen inti sebesar 87,5%. Sehingga diperoleh rata-rata dari komponen utama sebesar 86,24% dengan kriteria valid.

Tabel 3. Analisis Rata-Rata Skor Validitas soal *Pre-test* dan *Post-test*

Butir Soal	Rata-Rata Skor 3 Validator	Validitas (%)	Kriteria
Pre-test	6,89	86,68	Valid
Post-test	4,36	87,32	Valid
Rata-Rata	5,63	87	Valid

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat dari validasi butir soal *Pre-test* dan *Post-test* memperoleh rata-rata pada soal pertama sebesar 83,33% dikategorikan valid, Soal kedua ,ketiga, dan keempat memperoleh rata-rata sebesar 86,67% dikategorikan valid, dan soal kelima memperoleh 90% dikategorikan valid. Lalu pada tabel 1.4 menunjukkan perolehan rata-rata skor validitas *Pre-test* sebesar 86,68% dapat dikategorikan valid. Sedangkan rata-rata skor validitas *Post-test* sebesar 87,32% dikategorikan valid. Sehingga rata-rata keseluruhannya 87% dikategorikan valid dan Soal *Pre-test* dan *Post-test* dapat digunakan pada pembelajaran IPA di MTSN 2 Jember.

Tahap implementasi (*implementation*) dilakukan peneliti untuk menguji coba produk e- modul berbasis STEM-SDGs untuk mengukur kepraktisan. Pelaksanaan uji coba dilakukan di MTSN 2 Jember dengan subjek yaitu peserta didik kelas VII C sebanyak 28 peserta didik. Kepraktisan penggunaan e-modul berbasis STEM-SDGs dalam kegiatan pembelajaran diamati oleh seorang pengamat. Pengamat ini menggunakan lembar observasi yang telah ditentukan untuk mencatat aspek-aspek yang relevan. Hasil analisis data mengenai kepraktisan e-modul ini tersaji dalam Tabel 4.

Tabel 4. Hasil analisis data kepraktisan *e-modul* berbasis STEM-SDGs

Kegiatan Inti	**Skor Interval**			**Presentase Penilaian (%)**	**Kategori**
	O1	**O2**	**O3**		
Menscan *barcode e-modul*	95,83	95,83	91,67	94,44	Sangat Praktis
Mengamati video pada youtube dan menjawab pertanyaan berbasis STEM	91,67	91,67	100	94,44	Sangat Praktis
Melakukan diskusi	79,17	79,17	95,83	84,73	Sangat Praktis
Membentuk kelompok	91,67	83,33	91,67	88,89	Sangat Praktis
Melakukan Praktikum	100	91,67	75	88,89	Sangat Praktis
Menyimpulkan data hasil praktikum dan melakukan presentasi	100	83,33	83,33	88,88	Sangat Praktis
Rata-rata seluruh pertemuan	**93,06**	**87,5**	**89,58**	**90,04**	**Sangat Praktis**

Hasil efektivitas e-modul berbasis STEM-SDGs diperoleh dari hasil analisis tes yang dilakukan sebelum dan setelah implementasi produk pengembangan. Kemampuan *Scientific Communication* peserta didik diukur dari hasil tes melalui indikator kemampuan *Scientific Communication*. Pretest dan posttest kemampuan *Scientific Communication* menggunakan 5 soal uraian. Hasil nilai pretest dan posttest kemampuan *Scientific Communication* menunjukkan peningkatan. Keefektifan kemampuan *Scientific Communication* peserta didik dapat diketahui melalui N-gain yang dapat dilihat pada Tabel 5

Tabel 5. Efektivitas hasil tes kemampuan *Scientific Communication*

Komponen	Nilai Rata-Rata Kemampuan *Scientific Communication*		*N-gain*	Kriteria
	Pretest	*Posttest*		
Jumlah peserta didik	28	28		
Nilai Terendah	15	60	0,72	Tinggi
Nilai Tertinggi	70	95		
Rata-Rata Nilai	41,75	82,41	0,72	Tinggi
Std. Deviation			19,78888	

Berdasarkan Tabel 6, terlihat bahwa skor N-gain kemampuan *Scientific Communication* siswa kelas VII C setelah menggunakan e-modul berbasis STEM-SDGs adalah 0,72, yang termasuk dalam kategori tinggi. Nilai ini mengindikasikan adanya peningkatan yang signifikan dalam kemampuan *Scientific Communication* siswa. Standar deviasi untuk data ini adalah 19,78888. Rincian analisis N-gain untuk setiap indikator kemampuan *Scientific Communication* dapat dilihat pada tabel yang sama.

Tabel 6. Hasil Indikator keterampilan *Scientific Communication*

Indikator kemampuan *Scientific Communication*	**Rata-rata Skor**		**N-gain**	**Kategori**
	Pretest	***Posttest***		
Menyusun dan menyampaikan laporan secara sistematik dan jelas	5,52	16,89	0,84	Tinggi
Menjelaskan hasil percobaan	5,00	17,41	0,89	Tinggi
Mendiskusikan hasil percobaan	13,79	18,96	1,00	Tinggi
Mengklasifikasikan data dan menyusun data	15,69	18,79	0,95	Tinggi
Menggambarkan data dalam bentuk grafik, tabel, atau diagram	2,93	9,83	0,43	Sedang

Data menunjukkan bahwa siswa kelas VII C menunjukkan kemampuan *Scientific Communication* yang lebih baik setelah menggunakan *e-modul* berbasis STEM-SDGs. Selanjutnya angket respons siswa terdiri dari empat indikator, yaitu Isi dengan lima item, materi dan keefektifan dengan empat item, bahasa dengan lima item, dan kegrafisan dengan lima item. Dalam rangka menilai respons siswa setelah menggunakan *e-modul* berbasis STEM- SDGs, penganalisisan respons siswa berguna. Hasil analisis dari kuesioner respons siswa dapat ditemukan dalam Tabel 8 berikut

Tabel 8. Hasil analisis angket respon siswa berdasarkan aspek

No.	Aspek	Persentase (%)	Kategori
1.	Isi	90,89	Baik
2.	Materi dan Keefektifan	89,95	Baik
3	Bahasa	91,96	Baik
4	Kegrafisan	90,35	Baik
	Rerata respon siswa	90,78	Baik

Hasil dari penelitian pengembangan ini adalah *e-modul* pembelajaran IPA yang berbasis STEM-SDGs, dengan fokus pada materi suhu, kalor, dan pemuaian. *E-Modul* ini mencakup aktivitas siswa yang berfokus pada indikator *Scientific Communication*. Analisis data dilakukan untuk mengevaluasi validitas, praktisitas, dan keefektifan produk ini dalam meningkatkan *Scientific Communication. E-Modul* berbasis STEM-SDGs dikonfirmasi keabsahannya dengan menggunakan lembar validasi yang dinilai oleh tiga validator yang terdiri dari satu dosen Pendidikan IPA dan dua guru IPA SMP. Tujuan validasi yakni untuk mengetahui kesesuaian dan ketepatan media, termasuk tampilan isi, bahasa, dan penggunaan media, yang dievaluasi oleh pakar ahli (Gogahu & Prasetyo, 2020). Konsep validasi sejalan dengan penelitian yang dilakukan Wati et al. (2022), yang mencatat bahwa lembar validasi dapat digunakan untuk menilai kelayakan produk, melibatkan aspek-aspek penilaian indikator kevalidan produk yang dinilai oleh validator. Validasi skor e-modul menggunakan skala linert yakni dengan skala 1-4, dimana skala 4 kategori valid, skala 3 kategori cukup, skala 2 kategori kurang valid, dan skala 1 kategori tidak valid. Terdapat empat komponen yang dinilai dalam analisis validitas yaitu penyajian, kegrafikan, isi serta materi (Wicaksono et al., 2021).

Kepraktisan *e-modul* berbasis STEM-SDGs dianalisis melalui penggunaan lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran, yang fokus pada kegiatan pembelajaran yang diawasi oleh peneliti sesuai

dengan Modul Ajar kurikulum merdeka yang telah dipersiapkan. Akbar (2011) menyatakan bahwa Keberhasilan dalam proses pembelajaran yang terdiri dari tahapan pendahuluan, inti, dan penutupakan bermanfaat dan mudah diakses jika prosedur pembelajaran dilaksanakan dengan efektif. E-modul dinilai sangat memudahkan dan efektif dalam penggunaannya. Suatu materi pembelajaran dianggap praktis jika semua aspek penilaian kepraktisan sesuai dengan situasi aktual saat proses belajar mengajar terjadi. Kepraktisan merujuk pada kemampuan materi ajar untuk diterapkan dalam pembelajaran dan tingkat implementasinya termasuk dalam kategori praktis (Susanti & Sholihah, 2021).

Penilaian kepraktisan ini mencerminkan tanggapan guru terhadap e-modul yang dikembangkan oleh peneliti. Aspek yang dinilai meliputi desain, konten, manfaat e-modul bagi pengajar, serta efisiensi waktu yang dirasakan saat menggunakannya.. Berdasarkan penelitian Faizah *et al*., (2022) telah mendukung penggunaan tes sebelum dan sesudah yang berfokus pada indikator *Scientific Communication* guna dalam mengevaluasi efektivitas *e-modul* berbasis STEM- SDGs dalam meningkatkan keterampilan *Scientific Communication* siswa pada topik suhu, kalor, dan pemuaian. Sutardi (2008) menjelaskan bahwa kemampuan siswa dalam berkomunikasi ilmiah meliputi kemampuan menyusun tabel perhitungan, membuat grafik, dan menginterpretasikannya. Kemampuan ini dapat dievaluasi melalui pengamatan siswa selama kegiatan praktikum. Keterampilan berkomunikasi, baik secara verbal maupun tertulis, memungkinkan siswa untuk menyampaikan hasil pembelajaran mereka. Keterampilan komunikasi ilmiah juga bertujuan untuk meningkatkan kemampuan membaca dan menulis karya ilmiah serta kemampuan belajar sains (Levy et al., 2008). Aspek visual yang menarik dapat meningkatkan motivasi dan pemahaman siswa. Siswa yang mahir menganalisis masalah atau memiliki pemahaman konsep yang kuat akan menunjukkan kemampuan komunikasi ilmiah yang baik dalam menarik kesimpulan. Temuan dari Ahmad et al. (2010) menunjukkan bahwa siswa di kelas yang lebih tinggi memiliki pandangan yang lebih positif terhadap komunikasi ilmiah dibandingkan dengan siswa di kelas yang lebih rendah.

Berdasarkan uraian sebelumnya, produk yang dikembangkan terbukti valid, praktis, dan efektif, serta berpotensi meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa. Penelitian oleh Syahiddah et al. (2021) menunjukkan bahwa e-modul berbasis STEM-SDGs dinyatakan valid dan layak digunakan di sekolah. E-modul ini dinilai bermanfaat karena menawarkan solusi untuk berbagai masalah sehari-hari melalui integrasi materi dari empat disiplin ilmu STEM. Lebih lanjut, studi dari Afwina et al. (2021) menyimpulkan bahwa e-modul berbasis STEM-SDGs mampu meningkatkan kemampuan *Scientific Communication* siswa.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis data yang dilakukan terhadap pengembangan *e-modul* berbasis STEM-SDGs dalam pembelajaran IPA, dapat disimpulkan bahwa e-modul ini memiliki tingkat validitas yang sangat tinggi dan layak digunakan sebagai materi ajar IPA di tingkat SMP.Validitasnya dikonfirmasi melalui evaluasi dari tiga validator, dengan modul IPA berbasis STEM mencapai skor validasi rata-rata sebesar 84,97% dan modul kurikulum merdeka mencapai 86,24%, menunjukkan tingkat validitas yang valid untuk keduanya. Kepraktisan penggunaan *e-modul* berbasis STEM-SDGs dalam pembelajaran dianggap sangat praktis sebagai materi pembelajaran IPA di SMP, karena memperoleh nilai rata- rata keterlaksanaan pembelajaran sebesar 90,04%. Hasil evaluasi keefektifan *e-modul* berbasis STEM-SDGs, yang dinilai dari peningkatan keterampilan *Scientific Communication* berdasarkan nilai N-gain yang berada pada kategori tinggi, serta respon siswa yang mendapat penilaian baik, menegaskan bahwa modul tersebut efektif saat diterapkan dalam proses pembelajaran. Saran yang dapat diambil yakni hasil produk ini dapat digunakan sebagai salah satu sumber referensi untuk mengembangkan materi pembelajaran IPA menggunakan *e-modul* proses pengajaran guna meningkatkan kemampuan siswa dalam *Scientific Communication* dengan menambahkan variasi aktivitas praktikum yang sesuai dengan indikator kemampuan *Scientific Communication* ataupun bagi peneliti lain digunakan sebagai sumber referensi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Bapak Pramudya Dwi Aristya Putra, S.Pd., M.Pd., Ph.D selaku Dosen Pembimbing Utama dan Bapak Nur Ahmad, S.Pd., M.PFis selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah membimbing dan mendidik demi terselesainya jurnal ini

DAFTAR PUSTAKA

Afkarina, D., Putra, P. D. A., & Lesmono, A. D. (2024). Analisis Ketrampilan Scientific Communication Siswa SMA melalui pembelajaran STEM-SDGs pada pemanasan Global. *JPF (Jurnal Pendidikan Fisika)*, *12*(1), 54–67.

Afwina, D. A., Putra, P. D. A., & Budiarso, A. S. (2021). Pengembangan modul berbasis STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) pokok bahasan alat-alat optic dalam pembelajaran IPA di SMP. *Jurnal Literasi Pendidikan Fisika*, *2*(2), 126–130.

Gogahu, D. G. S., & Prasetyo, T. (2020). Pengembangan media pembelajaran berbasis e-bookstory untuk meningkatkan literasi membaca siswa sekolah dasar. *Jurnal Basicedu*, *4*(4), 1004–1015.

Imadudin, H., Rokmaniyah, & Suryandari, K. C. (2022). Penerapan model Scientific Reading Based Project (SRBP) Untuk Meningkatkan Komunikasi dan Pemahaman konsep IPA Tentang Gaya pada kelas IV SDN Wironatan Tahun Ajaran 2019/2020. *Kalem Cendekia: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, *10*(1), 106–111.

Lestari, R. D. A., Wahyuni, S., & Ridlo, Z. R. (2024). Pengembangan E-Modul Berbasis Potensi Lokal Berbantuan Google Sites untuk Mengembangkan LITERASI SAINS SISWA: The Development of Local Potential-Based E-Module Assisted by Google Sites to Develop Students' Science Literacy. *Scholaria: Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, *14*(3), 245-254.

Mutmainnah, H., Munandar, H., Aminah, A., Fahmi, A., Maisura, I., Mutia, I., Yunita, I., Sari, D. W., Haslia, H., Daulay, R. A., Hanum, A., Sari, N. P., Sitanggang, R. P., & Rahmi, P. (2022). *Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar*. CV. Media Sains.

Rizki, N., & Sari, N. (2021). Meningkatkan Ketrampilan Komunikasi siswa dengan Menggunakan Pendekatan Saintifik pada Mata Pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam di SDN 035 Indrapuri 1A. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, *5*(1), 1157–1166.

Safitri, A. O., Yunianti, V. D., & Rostika, D. (2022). Upaya Peningkatan Pendidikan Berkualitas di Indonesia: Analisis Pencapaian Sustainable Development Goals (SDGs). *Jurnal Basicedu*, *6*(4), 7096–7106.

Susanti, E. D., & Sholihah, U. (2021). Pengembangan E-Modul Berbasis Flip Pdf Corporate Pada Materi Luas Dan Volume Bola. *Range: Jurnal Pendidikan Matematika*, *3*(1), 37–46.

Syahiddah, D. S., Putra, P. D. A., & Supriadi, B. (2021). Pengembangan e-modul fisika berbasis STEM (Science, Technologi, Engineering, and Mathematics) pada materi bunyi di SMA/MA. *Jurnal Literasi Pendidikan Fisika*, *2*(1), 1–8.

Wahyuni, S., Putra, P. D. A., & Hidayati, S. A. (2022). Pengembangan lembar kerja peserta didik elektronik berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics untuk meningkatkan kreativitas siswa SMP. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, *10*(3), 492–508.

Wati, E., Harahap, R. D., & Safitri, I. (2022). Analisis karakter siswa pada mata pelajaran IPA di sekolah dasar. *Jurnal Basicedu*, *6*(4), 5994–6004.

Wicaksono, I., Putri, L. E., & Mahardika, I. K. (2021). Validitas E-Modul Pemanasan Global Berbasis. *Optika: Jurnal Pendidikan Fisika*, *5*(2), 152–161.