

**PENGEMBANGAN E-MODUL FISIKA BERBASIS  
STEM DENGAN PRINSIP PEMBANGUNAN  
BERKELANJUTAN TERHADAP  
LITERASI SAINS SISWA  
KELAS XI**

**Vira Kiswanda\*<sup>1</sup>, Prima Aswirna<sup>2</sup>, Nurhasnah<sup>3</sup>**

<sup>1,2</sup>Universitas Islam Negeri Imam Bonjol Padang; Jln. Mahmud Yunus,  
Lb. Lintah, Padang, Indonesia, (0751) 24435

<sup>3P</sup>Program Studi Tadris IPA Konsentrasi Fisika

e-mail: [\\*1virakiswanda14@gmail.com](mailto:*1virakiswanda14@gmail.com), [2primaaswirna@uinib.ac.id](mailto:2primaaswirna@uinib.ac.id), [3nurhasnah@uinib.ac.id](mailto:3nurhasnah@uinib.ac.id)

**ABSTRAK**

*Literasi sains peserta didik tergolong rendah karena belum adanya bahan ajar yang membentuk kemampuan literasi sains dengan menggunakan prinsip pembangunan berkelanjutan. Tujuan penelitian yaitu menghasilkan e-Modul berbasis STEM dengan prinsip pembangunan berkelanjutan terhadap literasi sains siswa kelas XI yang valid, praktis, dan effective. Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan (R&D) dengan menggunakan model Plomp yang terdiri dari tiga taha: 1) penelitian pendahuluan, 2) pengembangan prototipe, dan 3) evaluasi atau penilaian. e-Modul berbasis STEM dengan prinsip pembangunan berkelanjutan terhadap literasi sains dan sikap ramah lingkungan pada materi hukum termodinamika dan pemanasan global sangat valid dengan rata-rata 83,72% , 77,77% untuk validitas isi, 92% untuk bahasa, dan 81,4% untuk media. Kepraktisan pendidik sebesar 86,66% dan peserta didik 85,66% yang termasuk kategori sangat praktis. Efektivitasnya dinilai sangat efektif dengan rata-rata peserta didik perempuan 89.5% dan laki-laki 88.7%. Hasil soal tes literasi sains perempuan 82% dan laki-laki 81% dikategorikan sangat efektif. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa e-Modul fisika berbasis STEM dengan prinsip pembangunan berkelanjutan terhadap literasi sains siswa kelas XI memenuhi kriteria sangat valid, praktis, dan efektif .*

**Kata kunci :** E-Modul, STEM, SDGs, Literasi Sains.

**Abstract**

*Scientific literacy of students are classified as low because there are no educational material is to form scientific literacy and environmentally friendly attitudes using principles of sustainable development goals. It's purpose of this research to produce a STEM-based physics e-Module with the principle of sustainable development of scientific literacy for class XI students differences valid, practical, and effective. This research is research and development (R&D) using the Plomp model and consists of the following three phases: 1) preliminary research 2)*

*prototype development and 3) assessment phase. The STEM-based e-Module use principle of developments according to the laws of thermodynamics and global warming are highly relevant, verage score of 83.72% with percent validity studies 77.77% language eligibility 92% and media eligibility 81.4%. The practicality of teachers is 86.66% and students are 85.66% in the very practical category. Efficiency is classified as very effective of 89.5% female students and 88.7% male students. Scientific literacy test results for women 82% and men 81% were categorized as very effective. Based on these results, it can be concluded that the STEM based physics e-Module with the principle of sustainable development on scientific literacy for class XI students is very valid, practical, and effective .*

**Keyword:** *E-Module, STEM, SDGs, Scientific Literacy.*

## **I. PENDAHULUAN**

Anggota PBB yang terdiri dari 195 Negara telah sepakat untuk mewujudkan pembangunan yang berkelanjutan pada tahun 2015. Tujuan adalah untuk menciptakan dunia sebagai tempat yang lebih baik bagi semua orang dan terus membangunnya tanpa merugikan generasi mendatang. Agenda ini dikenal dengan Sustainable Development Goals (SDGs) atau agenda 2030 dengan 17 tujuan dan 169 target (Sebestyén et al., 2020). Tujuan utama SDGs adalah pembangunan sosial ekonomi lingkungan dan untuk mengatasi tantangan global misalnya perubahan iklim & hilangnya keanekaragaman hayati (Coscieme et al., 2020).

Secara global langkah-langkah yang harus dilakukan pemerintah adalah untuk melindungi ekosistem, mempromosikan kesetaraan, dan fokus pada pembangunan berkelanjutan, sekaligus mengakui keterkaitan tujuan tersebut untuk mencapai kesejahteraan manusia (Coscieme et al., 2020). Untuk mencapai langkah-langkah tersebut diperlukan peningkatan kualitas sumber daya manusia (SDM) karena peranan SDM menjadi modal utama dalam pelaksanaan dan pencapaian SDGs. Salah satu pembelajaran yang mendukung tercapainya *Sustainable Development Goals* (SDGs) adalah Fisika (Mansyuri, 2019).

Fisika merupakan salah satu cabang ilmu pengetahuan yang medasari perkembangan teknologi

dan konsep hidup selaras dengan alam (Aswirna, 2017) serta membahas tentang ilmu pengetahuan alam (IPA) yang mempunyai peran penting pada kehidupan sehari-hari. Tujuan dari pembelajaran fisika merupakan konsep fisik dan metode ilmiah pada memecahkan masalah kehidupan sehari-hari sehingga kita dapat menarik kesimpulan tentang fenomena-fenomena yang terjadi dalam kehidupan. Belajar dengan SDGs berarti pembelajaran di kelas diselaraskan dengan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (Pradhan et al., 2017). Pembelajaran Fisika yang dipadukan dengan pembangunan berkelanjutan dapat menjadikan siswa lebih kreatif, aktif, dan berwawasan lingkungan (Jauhariyah et al., 2019).

Pembelajaran fisika dalam prinsip pembangunan berkelanjutan dapat menjadi pendorong yang kuat tumbuhnya sikap rasa ingin tahu dan keterbukaan terhadap ide-ide baru maupun kebiasaan berpikir analitis kuantitatif. Dalam diri peserta didik sebaiknya ditumbuhkan kesadaran agar melihat fisika bukan semata-mata sebagai kegiatan akademik, tetapi mampu memahami peristiwa alam (Aswirna et al., 2020) Pada peserta didik harusnya menyadari bahwa fisika bukan hanya kegiatan belajar tetapi juga sarana untuk memahami dunia tempat mereka tinggal (Lestari, 2019). Salah satu memahami dunia yang mereka tempati untuk hidup adalah memahami lingkungannya.

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi di berbagai negara meningkat pesat pada abad ke-21. Di bidang pendidikan, sistem pendidikan telah berkembang dalam lima dekade terakhir untuk memenuhi tuntutan kualitas pendidikan yang lebih tinggi (Aswirna & Harahap, 2020). Salah satu hal yang ditekankan pada abad 21 dalam bidang pendidikan adalah literasi yang harus dimiliki siswa untuk membangun generasi emas 2045. Literasi yang dibutuhkan siswa di abad 21 adalah literasi sains (Rifqi, 2021).

Literasi sains menggambarkan kemampuan seseorang dalam memahami hukum, teori, fenomena dan hal-hal ilmiah (Aswirna & Ritonga, 2020). Literasi sains adalah gabungan dari keterampilan, nilai sikap, pemahaman, kemampuan, dan pengetahuan ilmiah yang harus dikembangkan orang pada keterampilan dan kemampuan untuk penelitian, pemecahan masalah, interpretasi ilmiah data dan fakta, dan kemampuan siswa untuk memahami konsep pembelajaran (Klucevsek, 2017).

Berdasarkan survei yang dilakukan PISA 2018. Indonesia menduduki peringkat ke-74 (396 poin) dari 79 negara. Hasil tersebut menunjukkan bahwa literasi sains di Indonesia sangat rendah (Salsabila et al., 2021). Salah satu yang menyebabkan rendahnya literasi sains yaitu kurangnya bahan ajar yang membentuk literasi sains peserta didik.

Minimnya buku ajar untuk membangun literasi sains dikalangan siswa banyak buku teks yang monoton karena hanya fokus pada data dan kurang konteks dan buku teks kurang pengetahuan ilmiah untuk memecahkan masalah (Nurhasnah & Sari, 2020). Salah satu bahan ajar yang mengajarkan peserta didik untuk belajar dengan mudah dalam mempelajari materi pelajaran yaitu *e-Modul* (Wulansari et al., 2018).

*e-Modul* merupakan suatu tampilan informasi dalam format buku yang disajikan secara elektronik dengan menggunakan harddisk, disket, CD, flashdisk, dan dapat dibaca dengan menggunakan komputer atau alat pembaca buku elektronik (Fausih, 2014). *e-Modul* termasuk bahan ajar yang disusun runtun dengan mengacu kurikulum dan dikemas dalam bentuk satuan waktu tertentu yang bisa disajikan dengan media elektronik seperti computer atau android (Garjita et al., 2017)

Usaha untuk mewujudkan pembelajaran yang bisa mendukung literasi sains peserta didik dengan mengembangkan *e-Modul* yang memanfaatkan teknologi STEM (*science, technology, engineering, and ma thematic*) dapat didefinisikan sebagai pendidikan dapat menaikkan minat dan pemahaman peserta didik terhadap sains dan teknologi, serta mengembangkan literasi STEM berbasis sains dan teknologi serta

kemampuan memecahkan masalah kehidupan nyata. STEM dapat merangsang investasi dalam inovasi dan pembangunan ekonomi berkelanjutan dan STEM dapat meningkatkan kesejahteraan hidup masyarakat (Saraç, 2018). STEM adalah pendekatan pembelajaran yang memajukan keterampilan dan mempersiapkan sumber daya manusia yang berkualitas untuk memenuhi persyaratan keterampilan abad ke-21 (Jang, 2016).

STEM dengan prinsip pembangunan berkelanjutan bertujuan untuk merancang peningkatan kemampuan ilmiah masyarakat dan berinovasi produk teknologi untuk memungkinkan mereka bersaing secara global (Utami et al., 2017). STEM dapat terciptanya sumber daya manusia (SDM) yang selain dapat mengatasi masalah lingkungan hidup namun juga dapat mengurangi kerusakan lingkungan dan masalah yang terkait dengan pembangunan berkelanjutan (Nurkanti & Darta, 2019).

Salah satu studi yang membandingkan pertumbuhan literasi sains di berbagai Negara salah satunya Asia menunjukkan bahwa siswa laki-laki secara keseluruhan sedikit lebih tinggi dari pada perempuan. Misalnya, Korea dan Jepang serta Makau di Cina. Disisi lain, di Thailand dan Hong Kong, siswa perempuan lebih tinggi dari pada siswa laki-laki. Keterampilan komunikasi siswa perempuan lebih tinggi dari pada

siswa laki-laki. Akibatnya, perbedaan gender juga salah satu faktor yang bisa mempengaruhi pencapaian kemampuan literasi sains (Ismail et al., 2016).

Kenyataan dilapangan karena adanya penyebaran Covid-19 menuntut agar pendidik dan peserta didik mengikuti perubahan teknologi, pembelajaran teori, dan perubahan kebutuhan pendidikan (Jowsey et al., 2020). Pendidik dan peserta didik menjalankan aktivitas belajar dari rumah (BDR). Tujuan BDR ini adalah untuk memastikan bahwa hak siswa untuk mengakses layanan pendidikan selama masa darurat Covid-19 terwujud. Melihat kondisi ini sangat diperlukan suatu pengembangan *e-Modul* fisika yang dapat mendukung pembelajaran *online* sehingga dapat mencapai tujuan pembelajaran.

Hasil observasi yang dilakukan pada saat praktek kerja lapangan (PPL) menampilkan bahan ajar berupa format *e-Modul* belum banyak digunakan karena sekolah hanya menggunakan *whatsapp* grup dalam pembelajaran daring yang cenderung hanya memberikan tugas kepada peserta didik. Berdasarkan wawancara *online* dengan salah seorang guru fisika disana. Pendidik menyatakan siswa masih mempunyai tingkat kemampuan literasi sains yang sangat rendah dalam proses pembelajaran. Hal ini dikarenakan metode pengajaran seperti metode ceramah masih bersifat tradisional. Tidak ada menggunakan bahan ajar

hanya mengandalkan buku cetak dari sekolah saja. Sedangkan menurut peserta didik pembelajaran fisika *online* sangat membosankan karena pendidik hanya memberikan tugas saja, sehingga materi fisika kurang terstruktur. Oleh karena itu, peserta didik sulit memahami materi yang diterangkan, sehingga peserta didik merasa sulit mempelajari fisika.

Penelitian oleh (Syahiddah et al., 2021) tentang pengembangan *e-Modul* fisika berbasis STEM pada materi bunyi SMA/MA. Kelebihan dari *e-Modul* ini bisa memberikan solusi atas permasalahan yang dihadapi dalam kehidupan sehari-hari karena materi yang terdapat pada *e-Modul* terintegrasi STEM. Selanjutnya penelitian oleh (Muzijah et al., 2020) tentang pengembangan *e-Modul* menggunakan aplikasi *Exe-Learning* untuk melatih literasi sains. *e-Modul* yang dikembangkan layak digunakan untuk melatih literasi sains peserta didik. Namun, lebih baik ditambahkan model atau pendekatan agar literasi sains lebih terlihat.

Berdasarkan permasalahan yang ada ditemukan dilapangan, perlu dikembangkannya bahan ajar yang bisa meningkatkan literasi sains. Maka dari itu penulis difokuskan pada “Pengembangan *e-Modul* fisika berbasis STEM dengan prinsip pembangunan berkelanjutan terhadap literasi sains siswa kelas XI.

## II. METODE PENELITIAN

Metode pada penelitian ini adalah (R&D) dengan menggunakan model *Plomp* dan terdiri dari tiga tahap: penelitian pendahuluan (*preliminary research*), tahap pengembangan atau prototipe (*development of prototype phase*), dan tahap evaluasi/ penilaian (*assessment phase*).

### a. Tahap Pendahuluan

Pada tahap ini dilakukan analisis kebutuhan atau *need assessment* yang bertujuan untuk melihat kebutuhan apa saja yang perlu digunakan peserta didik SMA/MA. Hasil Analisis ini memberikan gambaran tentang fakta, alternatif pemecahan masalah yang mendasarinya, sehingga memudahkan dalam mengidentifikasi media untuk pengembangan.

Analisis literature dirancang untuk menemukan landasan konseptual atau landasan teoritis yang memperkuat *e-Modul* berbasis STEM dengan prinsip pembangunan berkelanjutan terhadap literasi sains. Analisis literatur dilakukan dengan cara menganalisis teori-teori dan penelitian relevan dengan pengembangan *e-Modul* fisika berbasis STEM dengan prinsip pembangunan berkelanjutan sejenis yang akan dikembangkan termasuk analisis KI dan KD serta menganalisis media apa

digunakan saat pembelajaran.

b. Tahap pengembangan atau prototipe

Tahap ini merupakan kelanjutan dari tahap satu bertujuan untuk menghasilkan prototipe *e-Modul* berbasis STEM dengan prinsip pembangunan berkelanjutan pada materi hukum termodinamika dan pemanasan global yang valid. Terdiri dari tiga tahap, adalah: kegiatan mendesain prototipe, melakukan evaluasi secara formatif, dan melakukan revisi terhadap prototipe.

c. Tahap penilaian

Tujuan dari fase evaluasi ini adalah untuk melihat mendalam kepraktisan dan efektivitas prototipe II *e-Modul* berbasis STEM beserta prinsip pembangunan berkelanjutan sebagai hasil dari fase pengembangan. Kepraktisan dapat dinilai dari jawaban yang diisi oleh pendidik fisika dan angket praktikalitas untuk peserta didik. Efektivitas *e-Modul* berbasis STEM dengan prinsip pembangunan berkelanjutan dilihat dari jawaban angket peserta didik dan jawaban soal literasi sains peserta didik.

Produk dari penelitian ini berupa *e-Modul* fisika berbasis STEM dengan prinsip pembangunan

berkelanjutan untuk kelas XI SMA/MA. Instrumen pengumpulan data penelitian ini dilakukan beberapa teknik yang dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

**Tabel 1. Instrumen Pengumpulan Data**

No	Kriteria	Instrumen
1.	Valid	a. Lembar penilaian instrumen validasi b. Lembar penilaian instrumen praktikalitas c. Lembar penilaian instrumen efektivitas d. Angket validitas <i>e-Modul</i> fisika berbasis STEM dengan prinsip pembangunan berkelanjutan
2.	Praktis	a. Angket praktikalitas oleh pendidik b. Angket praktikalitas oleh peserta didik
3.	Efektif	a. Soal tes literasi sains, berupa kuis yang dilakukan dikelas b. Angket untuk kemampuan literasi sains

Metode pengambilan data menggunakan angket yang terdiri dari angket kevalidan produk, angket kepraktisan produk, dan angket keefektivan produk. Angket kevalidan diberikan kepada 3 orang pakar/ahli yaitu 1 orang pakar/ahli materii/isi, 1 orang pakar/ahli bahasa, dan 1 orang pakar/ahli media. Angket kepraktisan di isi oleh 2 orang pendidik fisika dan 20

orang peserta didik di SMAN 3 Solok Selatan yang terdiri dari 10 rang laki-laki dan 10 orang perempuan untuk melihat kemampuan literasi sains peserta didik setelah menggunakan *e-Modul* fisika berbasis STEM dengan prinsip pembangunan berkelanjutan terhadap literasi sains pada materi hukum termodinamika dan pemanasan global.

Penelitian ini mencakup dua jenis data: data kuantitatif dan data kualitatif. Data kuantitatif didapatkan dari survei, dan data kualitatif diperoleh dari saran dan pendapat dari praktisi. Pengolahan data kualitatif dilakukan dengan metode deskriptif kualitatif. Kuesioner evaluasi analisis respon selama validasi dan pengujian produk. Data yang telah terkumpul dianalisis dengan teknik skala *likert* dengan kategori positif. Pernyataan positif memperoleh bobot tertinggi sebagai berikut:

**Tabel 2. Bobot Pernyataan Instrumen**

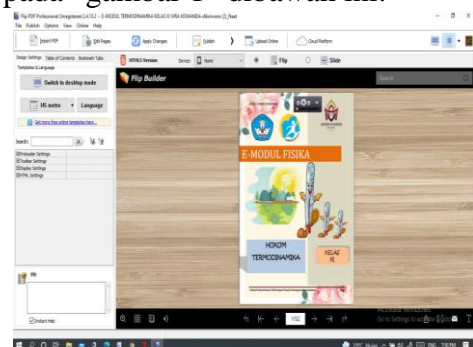
Pernyataan	Bobot Pernyataan
Sangat Setuju	5
Setuju	4
Cukup Setuju	3
Tidak Setuju	2
Sangat Tidak Setuju	1

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tujuan dan metode penelitian ini untuk menghasilkan *e-Modul* fisika berbasis STEM dengan prinsip pembangunan berkelanjutan terhadap

literasi sains siswa kelas XI. Tahapan proses dari penelitian ini adalah pendahuluan, pengembangan prototipe, dan penilaian. Dalam tahap pengembangan *e-Modul* fisika berbasis STEM dengan prinsip pembangunan berkelanjutan divalidasi oleh beberapa para pakar ahli. Validasi ahli ini bertujuan untuk melihat keakuratan validasi materi, media, dan bahasa. Secara keseluruhan telah termasuk pada kategori sangat baik dan dapat digunakan tanpa revisi.

Pengembangan membuat *e-Modul* berbasis STEM dengan prinsip pembangunan berkelanjutan yang dikembangkan yang ditunjukkan pada gambar 1 dibawah ini:



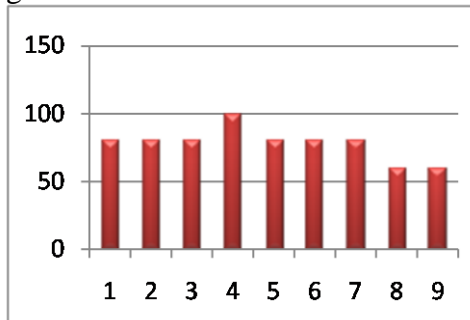
**Gambar 1. Tampilan Flip PDF Professional**

### Uji Validitas

Hasil uji validitas diperoleh dengan mengisi angket Validitas Materi/Isi, Angket Media, dan Angket Validitas Bahasa. Kuesioner di isi oleh tiga validator/pakar profesional yaitu 1 pakar materi, 1 pakar media dan 1 pakar bahasa.



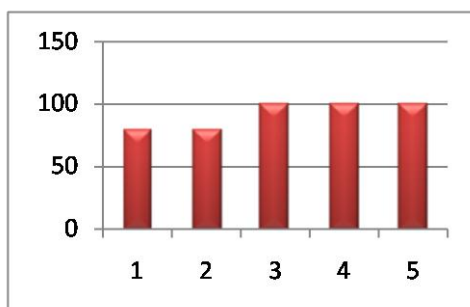
Validasi materi/isi diberikan kepada satu pakar materi/isi. Angket tersebut memiliki 9 pernyataan. Data hasil validasi materi/isi ditunjukkan pada grafik 1 dibawah ini.



**Grafik 1. Validitas Materi/isi e-Modul**

Grafik 1 memperoleh skor rata-rata hasil validasi materi/isi dari 1 validator/pakar. Hasil validator MS adalah 77.77% dengan kategori sangat valid. Produk sudah layak digunakan sebagai alat bantu dalam proses pembelajaran dan dapat dilanjutkan ketahap praktikalitas produk.

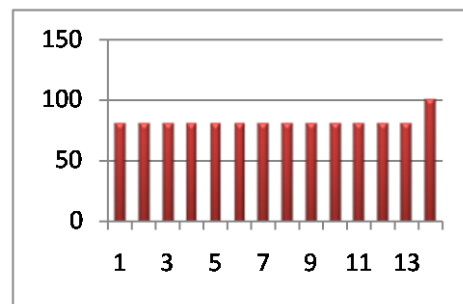
Angket uji validitas bahasa diberikan kepada satu validator/pakar dengan menggunakan angket yang berisi 5 pernyataan. Data yang di dapat dari validator/pakar bahasa ditunjukkan pada Grafik 2 di bawah ini



**Grafik 2. Valid bahasa e-Modul**

Grafik 2 menunjukkan skor hasil validasi bahasa dari 1 validator/pakar. Hasil yang didapatkan validator AB sebesar 92% dengan kategori sangat valid. Produk sudah dapat dijadikan sebagai alat bantu belajar dan dapat dilanjutkan ketahap uji praktikalitas produk.

Uji validitas media diberikan kepada satu orang validator/pakar dengan menggunakan angket dengan 14 pernyataan. Data validasi media ditunjukkan pada Grafik 3 dibawah ini.



**Grafik 3. Validitas Media e-Modul**

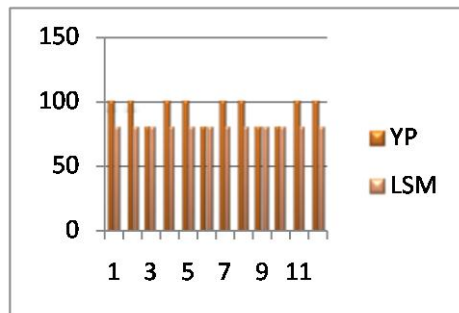
Grafik 3 menunjukkan rata-rata hasil validasi media untuk satu validator. Hasil dari validator ZP adalah 81.43% dikategorikan sangat valid. Produk layak digunakan sebagai alat bantu dalam proses pembelajaran dan sudah bisa dilanjutkan ketahap uji praktikalitas produk. Tidak memiliki saran atau komentar dari validator/pakar media.

### **Uji Praktikalitas**

e-Modul berbasis STEM dengan prinsip pembangunan berkelanjutan yang telah divalidasi

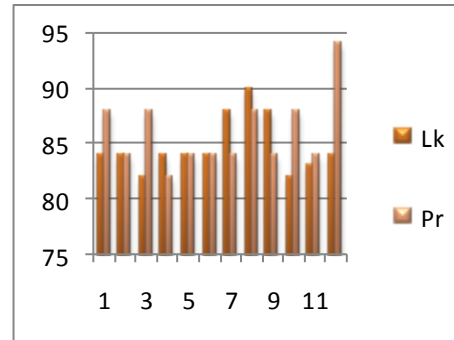
oleh validator/pakar lalu uji praktikalitas pun dilakukan. Hasil uji praktik terhadap *e-Modul* fisika berbasis STEM dengan prinsip pembangunan berkelanjutan secara garis besar terbagi menjadi uji praktik oleh pendidik fisika SMAN 3 Solok Selatan dan peserta didik kelas XI IPA 2 SMAN 3 Solok Selatan.

Uji praktik didapatkan dengan menyebarkan angket/kuesioner yang disiapkan oleh 2 orang pendidik fisika memiliki 12 pernyataan *e-Modul* fisika berbasis STEM dengan prinsip pembangunan berkelanjutan oleh pendidik dapat terlihat pada Grafik 4 dibawah ini.



**Grafik 4. Praktikalitas oleh pendidik**

Grafik 4 memperoleh skor untuk kedua pendidik fisika dengan rata-rata 86.66% dikategorikan sangat praktis. Produk telah bisa dilanjutkan untuk melihat efektivitasnya Uji praktis produk dengan 12 pernyataan dan diisi oleh 20 peserta didik di SMAN 3 Solok Selatan kelas XI.IPA.2. Dapat terlihat pada Grafik 5 dibawah ini.

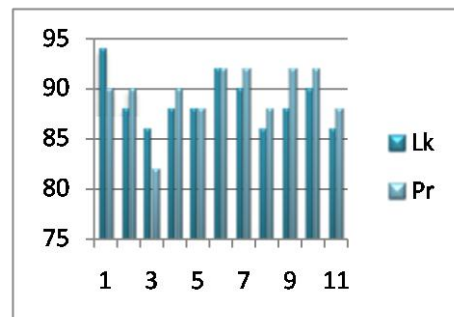


**Grafik 5. Praktikalitas *e-Modul* oleh peserta didik.**

Grafik 5 menunjukkan hasil angket praktikalitas yang diselesaikan oleh 20 orang peserta didik kelas XI.IPA 2 SMAN 3 Solok Selatan memperoleh nilai 85.55% dikategorikan praktis. Produk sudah layak sebagai bahan ajar dalam pembelajaran. Kepraktisan ini adalah kenyamanan produk baik mudah dalam persiapan, penggunaan dan penyimpanan.

### Uji Efektivitas

Uji efektivitas untuk literasi sains gunakan angket dengan 11 pernyataan. Hasil uji keefektifan literasi sains dari 20 peserta didik kelas XI.IPA.2 SMAN 3 Solok Selatan, dapat dilihat pada grafik 6 berikut.



**Grafik 6. Efektivitas Literasi Sains**

Grafik 6 menunjukkan bahwa skor angket efektivitas literasi sains yang dijawab oleh 20 peserta didik didapatkan skor rata-rata untuk laki-laki senilai 88.72% sedangkan perempuan senilai 89.45%.

Efektivitas penggunaan *e-Modul* fisika berbasis STEM dengan prinsip pembangunan berkelanjutan selain angket juga bisa dilihat dengan soal tes pilihan ganda literasi sains untuk 20 peserta didik tentang materi hukum termodinamika dan pemanasan global. Lembar efektivitas literasi sains meliputi 10 soal pilihan ganda literasi sains pada materi hukum termodinamika dan 10 soal pilihan ganda literasi sains pada materi pemanasan global. Diperoleh nilai rata-rata hukum termodinamika dan pemanasan global yaitu hasil soal tes peserta didik laki-laki sebesar 81% sedangkan hasil soal tes peserta didik perempuan sebesar 82% sehingga hasil rata-rata keduanya diperoleh sebesar 81.5% ini adalah kategori yang sangat efektif.

Hasil validasi dan pengujian menunjukkan *e-Modul* fisika berbasis STEM dengan prinsip pembangunan berkelanjutan yang telah dikembangkan dapat dijadikan sebagai alat bantu pembelajaran bagi pendidik fisika di kelas XI SMA/MA dalam proses pembelajaran mereka baik dalam pembelajaran daring maupun pembelajaran tatap muka. Hasil penelitian ini juga didukung oleh (Muzijah et al., 2020) tentang pengembangan *e-*

Modul dengan menggunakan aplikasi *Exe-Learning* untuk melatih literasi sains, dapat meningkatkan literasi sains sehingga layak digunakan sebagai media pembelajaran.

#### IV. KESIMPULAN

Dari hasil pengembangan dan pembahasan dalam penelitian ini dihasilkan *e-Modul* fisika berbasis STEM dengan prinsip pembangunan berkelanjutan terhadap literasi sains siswa kelas XI yang valid, praktis, dan efektif. Validitas *e-Modul* fisika berbasis STEM dengan prinsip pembangunan berkelanjutan dari segi materi/isi, bahasa, media dengan nilai rata-rata 83.72% dikategorikan sangat valid. Praktikalitas *e-Modul* dari kepraktisan waktu dan kemudahan dalam penggunaan mendapatkan total rata-rata 86.16% kategori sangat praktis. Efektivitasnya untuk literasi sains peserta didik dari skor angket didapatkan rata-rata 88.6% dikategorikan efektif. Hasil soal tes kecakapan literasi sains dengan skor rata-rata 81.5% dikategorikan sangat efektif. Oleh karena itu, *e-Modul* fisika berbasis STEM dengan prinsip pembangunan berkelanjutan pendidik dapat mengembangkan judul materi lain untuk menjadikan pembelajaran fisika lebih bermakna.

## DAFTAR PUSTAKA

### Journal :

- [1]Aswirna, P. (2017). Pengembangan Komik Fisika Sebagai Media Pembelajaran Fisika Di Kelas VIII MTSN 1 Lubuk Basung. *Natural Science: Jurnal Penelitian Bidang IPA Dan Pendidikan IPA*, 3(1), 359–363.
- [2]Aswirna, P., & Harahap, K. (2020). The Android-Based Learning Media Using The Trait Treatment Interaction Model as Implementation of Industrial Era 4.0. *Journal of Physics: Conference Series*, 1594(1), 012024.
- [3]Aswirna, P., & Ritonga, A. (2020). THE DEVELOPMENT OF DISCOVERY LEARNING-BASED E-BOOK TEACHING E-BOOK BASED ON KVISOFT FLIPBOOK MAKER ON SCIENCE LITERATION. *HUNafa: Jurnal Studia Islamika*, 17(2), 47–79.
- [4]Aswirna, P., Sabri, A., & Tusa'diah, H. (2020). Development of interactive module based on trait treatment interaction (TTI) using adobe flash on critical thinking skills of students. *International Conference Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan Universitas Islam Negeri Imam Bonjol Padang*, 192–203.
- [5]Coscieme, L., Mortensen, L. F., Anderson, S., Ward, J., Donohue, I., & Sutton, P. C. (2020). Going beyond gross domestic product as an indicator to bring coherence to the sustainable development goals. *Journal of Cleaner Production*, 248, 119232.
- [6]Fausih, M. (2014). Pengembangan media e-modul mata pelajaran produktif pokok bahasan “instalasi jaringan lan (local area network)” untuk siswa kelas xi jurusan teknik komputer jaringan di smk negeri 1 labang bangkalan madura. *Jurnal Mahasiswa Teknologi Pendidikan*, 5(3).
- [7]Garjita, D. A. A. S., Arthana, I. K. R., & Sindu, I. G. P. (2017). Pengembangan E-Modul Pada Mata Pelajaran Sistem Operasi Dengan Model Pembelajaran Problem Based Learning (Studi Kasus: Siswa Kelas X TKJ SMK Negeri 3 Singaraja). *KARMAPATI (Kumpulan Artikel Mahasiswa Pendidikan Teknik Informatika)*, 6(1), 50–61.
- [8]Ismail, I., Permanasari, A., & Setiawan, W. (2016). Efektivitas virtual lab berbasis STEM dalam meningkatkan literasi sains siswa dengan perbedaan gender. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 2(2), 190–201.
- [9]Jang, H. (2016). Identifying 21st century STEM competencies using workplace data. *Journal of Science Education and Technology*, 25(2), 284–301.
- [10]Jauhariyah, M. N. R., Hariyono, E., Abidin, E. N., & Prahani, B. K. (2019). Fostering Prospective Physics Teachers' Creativity in Analysing Education for Sustainable Development Based Curricula. *Journal of Physics: Conference Series*, 1417(1), 012086.
- [11]Jowsey, T., Foster, G., Cooper-Ioelu, P., & Jacobs, S. (2020). Blended learning via distance in pre-registration nursing education: A scoping review. *Nurse Education in Practice*, 102775.

- [12]Klucevsek, K. M. (2017). The intersection of information and science literacy. *Communications in Information Literacy*, 11(2), 7.
- [13]Lestari, S. (2019). *Pengaruh keterpaduan pendidikan untuk pembangunan berkelanjutan dalam pembelajaran fisika terhadap kesadaran berkelanjutan pada materi suhu dan kalor* [PhD Thesis]. Universitas Pendidikan Indonesia.
- [14]Mansyuri, W. (2019). Prosiding Seminar Nasional Fisika (SiNaFi) 5.0. *Seminar Nasional Fisika*, 1(1), i–vii.
- [15]Muzijah, R., Wati, M., & Mahtari, S. (2020). Pengembangan E-modul Menggunakan Aplikasi Exe-Learning untuk Melatih Literasi Sains. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 4(2), 89–98.
- [16]Nurhasnah, N., & Sari, L. A. (2020). E-Modul Fisika Berbasis Contextual Teaching and Learning Menggunakan Aplikasi Kvisoft Flipbook Maker Untuk Meningkatkan Literasi Sains Peserta Didik SMA/MA Kelas XI. *NATURAL SCIENCE: Jurnal Penelitian Bidang IPA Dan Pendidikan IPA*, 6(1), 29–40.
- [17]Nurkanti, M., & Darta, D. (2019). Persepsi Penerapan Model Stem (Science, Technology, Engineering And Mathematics) Untuk Meningkatkan Pemahaman Guru Dalam Menghadapi Revolusi Industri 4.0. *Prosiding Konferensi Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat Dan Corporate Social Responsibility (PKM-CSR)*, 2, 863–868.
- [18]Pradhan, P., Costa, L., Rybski, D., Lucht, W., & Kropp, J. P. (2017). A systematic study of Sustainable Development Goal (SDG) interactions. *Earth's Future*, 5(11), 1169–1179.
- [19]Rifqi, A. B. (2021). Pengaruh Implementasi Asesmen Proyek Terhadap Karakter Dan Literasi Sains Siswa Kelas Iv Sd Gugus 2 Kecamatan Buleleng. *Jurnal Pendidikan Dasar Flobamorata*, 2(1), 96–102.
- [20]Salsabila, W. T., Faza, M. R., & Hidayat, M. R. (2021). Pendidikan Kecakapan Hidup Sebagai Solusi Pembelajaran Matematika Di Era Merdeka Belajar Dalam Menjawab Tantangan PISA. *ProSANDIKA UNIKAL (Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika Universitas Pekalongan)*, 2, 105–118.
- [21]Saraç, H. (2018). The Effect of Science, Technology, Engineering and Mathematics-STEM Educational Practices on Students' Learning Outcomes: A Meta-Analysis Study. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 17(2), 125–142.
- [22]Sebestyén, V., Domokos, E., & Abonyi, J. (2020). Focal points for sustainable development strategies—Text mining-based comparative analysis of voluntary national reviews. *Journal of Environmental Management*, 263, 110414.
- [23]Syahiddah, D. S., Putra, P. D. A., & Supriadi, 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.

- [24]Utami, I. S., Septiyanto, R. F., Wibowo, F. C., & Suryana, A. (2017). Pengembangan STEM-A (science, technology, engineering, mathematic and animation) berbasis kearifan lokal dalam pembelajaran fisika. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 6(1), 67–73.
- [25]Wulansari, E. W., Kantun, S., & Suharso, P. (2018). Pengembangan e-modul pembelajaran ekonomi materi pasar modal untuk siswa kelas XI IPS MAN 1 Jember tahun ajaran 2016/2017. *JURNAL PENDIDIKAN EKONOMI: Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan, Ilmu Ekonomi Dan Ilmu Sosial*, 12(1), 1–7.