PENGEMBANGAN E-MODUL SUHU DAN KALOR MELALUI PEMBELAJARAN BERBASIS PROYEK DAN PENDIDIKAN BERBASIS TEMPAT PADA SISWA MA

Suci Rizki*[1], Prima Aswirna[2], Allan Asrar[3]
Universitas Islam Negeri Imam Bonjol Padang; Jln. Mahmud Yunus Lb. Lintah, Padang, Indonesia
Program Studi Tadris Fisika
e-mail: *[1]**sucirizki060703@gmail.com**, [2]primaaswirna@uinib.ac.id, [3]allanasrar@uinib.ac.id
No WA penulis 1 : 0822 8079 3215

ABSTRAK

Penelitian ini menemukan bahwa NGSS (Next Generation Science Standards) sebagai standar pembelajaran sains memungkinkan peserta didik membangun hubungan ilmiah antara teori dan praktik ilmiah. NGSS menetapkan kemampuan science and engineering practices, yang tidak hanya memfasilitasi pemahaman konsep tetapi juga partisipasi langsung dalam praktik sains. Kemampuan ini mencakup delapan praktik sains dan teknik rekayasa: (1) bertanya dan mendefinisikan masalah, (2) mengembangkan dan menggunakan model, (3) merencanakan dan melaksanakan investigasi, (4) menganalisis dan menafsirkan data, (5) menggunakan matematika dan pemikiran komputasi, (6) membangun penjelasan dan merancang solusi, (7) berkomunikasi informasi, dan (8) bekerja kolaboratif dalam praktik ilmiah dan teknik rekayasa. Penelitian ini merupakan R&D dengan model Plomp, meliputi penelitian pendahuluan, pengembangan prototipe, dan tahap penilaian. Hasilnya menunjukkan peningkatan kemampuan science and engineering practices setelah penggunaan e-modul suhu dan kalor dalam pembelajaran berbasis proyek dan pendidikan berbasis tempat

***Kata kunci**: E-Modul, NGSS, Science and Engineering Practices.*

Abstract

This study found that the Next Generation Science Standards (NGSS) as a science learning standard allows learners to build scientific connections between scientific theory and practice. NGSS establishes science and engineering practices capabilities, which not only facilitate understanding of concepts but also direct participation in science practices. These capabilities include eight science and engineering practices: (1) asking and defining problems, (2) developing and using models, (3) planning and carrying out investigations, (4) analyzing and interpreting data, (5) using mathematics and computational thinking, (6) constructing explanations and designing solutions, (7) communicating information, and (8) working collaboratively in scientific and engineering practices. This research is an R&D with Plomp model, including preliminary research, prototype development, and assessment stages. The results showed an increase in the ability of science and engineering practices after the use of temperature and heat e-modules in project-based learning and place-based education.

***Keywords:** E-Module, NGSS, Science and Engineering Practices.*

I. PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan salah satu faktor penting dalam menentukan keberhasilan suatu bangsa. Para pendidik, sebagai penggerak dalam dunia pendidikan, perlu mengikuti kemajuan teknologi serta memperhatikan perubahan dalam tatanan dunia yang cepat dan intens, seperti yang terjadi dalam revolusi industri keempat (Faiz dan Purwati, 2021). Pendidikan saat ini harus disesuaikan dengan perkembangan abad ke-21, yang ditandai dengan adanya akses informasi yang lebih terbuka, yang juga disebut sebagai era globalisasi (Lee et sl., 2017; Pruitt et al., 2014; Triling et al., 2004; Indarta et al., 2021; Widyastika et al., 2022). Dalam konteks pendidikan, penggunaan teknologi informasi dan komunikasi bertujuan untuk mengatasi keterbatasan "ruang dan waktu" yang mempengaruhi kecepatan dan keberhasilan dalam memperoleh pengetahuan (You et al., 2014; Mcelhaney et al., 2019; Mahana et al., 2016; Somantri et al., 2021).

Pada tahun 2013, National Science Teacher Association (NSTA) Amerika Serikat merumuskan Next Generation Science Standards (NGSS) sebagai respons terhadap perubahan pendidikan yang cepat di seluruh dunia (Sani et al., 2019). NGSS bertujuan untuk menetapkan standar minimum yang harus dicapai peserta didik dalam pembelajaran sains, terutama dalam bidang fisika (Lazzaro et al., 2015; Gane et al., 2018; Aziizah et al., 2021). Untuk mencapai standar tersebut, pendidik harus merancang pelajaran yang membantu peserta didik dalam mempersiapkan diri untuk pendidikan lanjutan atau karir (Rachmawati et al., 2019; Lowell et al., 2021).

Inti pembelajaran Fisika dalam NGSS merangkum suatu struktur ilmiah yang mengintegrasikan Praktik Sains dan Rekayasa (SEPs), Ide Inti Disiplin (DCIs), dan Konsep Menyilang (CCs). NGSS telah dikembangkan menjadi sebuah kerangka pendidikan sains yang efektif dalam pembelajaran sains, teknologi, teknik, dan matematika (STEM), dengan tujuan meningkatkan partisipasi peserta didik dalam proses pembelajaran (Putra et al., 2019). Komponen dalam SEPs memiliki keterkaitan satu sama lain dan tidak hanya berperan dalam membimbing peserta didik dalam pemahaman topik pelajaran, tetapi juga membantu peserta didik dalam mengembangkan keterampilan yang diperlukan untuk terlibat secara langsung dalam sains (Chiu et al., 2015; Hodges et al., 2018; Kaderavek et al., 2015; Lamb et al.,

2018; Sunarno et al., 2021). Istilah "praktik" digunakan sebagai pengganti "keterampilan" untuk menegaskan bahwa peserta didik yang terlibat dalam penelitian ilmiah tidak hanya memerlukan keterampilan, tetapi juga pengetahuan khusus mengenai setiap praktik (Matewos et al., 2019; Rosenberg et al., 2021; Windschitl & Stroupe, 2017; Wright et al., 2019).

Pembelajaran yang saat ini berlangsung masih belum mengintegrasikan secara memadai aspek *Science and Engineering Practices* (SEPs), yang merupakan komponen penting dalam mempersiapkan generasi masa depan agar lebih cerdas, berkualitas, dan kreatif. Pembelajaran fisika masih cenderung menitikberatkan pada pemahaman konsep dan teori, sehingga para pendidik masih lebih fokus pada aspek kognitif belajar, yang berakibat pada keterbatasan partisipasi siswa dalam kegiatan praktiknya (Allensworth et al., 2022; Beals, 2021; Krajcik, 2013;Prihati et al., 2022). Metode pengajaran fisika yang dominan mengandalkan pada penghafalan juga menyebabkan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran menjadi minim. Kondisi ini menghasilkan ketidakseimbangan dalam pendekatan pengajaran fisika, yang pada akhirnya mengurangi minat siswa terhadap mata pelajaran tersebut (Santoso et al., 2019; Hariani et al., 2020). Rendahnya tingkat keterampilan dalam *Science and Engineering Practices* juga dipengaruhi oleh kurangnya waktu yang dialokasikan untuk kegiatan praktik sains (Bhakti et al., 2020). Secara umum, peserta didik masih belum memiliki kecakapan yang memadai dalam menyampaikan konsep materi fisika dan melaksanakan praktik ilmiah yang sesuai, terutama karena pendidik lebih cenderung fokus pada penyampaian materi daripada mengajak siswa untuk terlibat dalam praktik ilmiah.

Hal ini disebabkan oleh pendidik yang terbatas pada penyampaian materi fisika secara abstrak di dalam kelas, kurang memberikan pengalaman praktis yang mengaitkan konsep-konsep tersebut dengan kehidupan sehari-hari (Sriwahyuni et al., 2019). Pendekatan pembelajaran yang cenderung terfokus pada pemecahan soal, penyampaian materi yang terpaku pada bahan bacaan dan media yang kurang sesuai, menyebabkan keterlibatan siswa dalam proses belajar menjadi rendah (Smigiel et al., 2013; Nasriyanti et al., 2021), serta model pembelajaran yang tidak selaras dengan tujuan pembelajaran (Syaifullah et al. 2020). Temuan ini juga diperkuat oleh penelitian Sari (2022) yang

menunjukkan bahwa kurangnya variasi dalam materi ajar dapat menyebabkan kebosanan pada siswa, sehingga mengurangi konsentrasi mereka dalam pembelajaran. Siswa cenderung menghafal konsep tanpa mampu mengaplikasikannya dalam situasi kehidupan sehari-hari, dan terbatas pada penerimaan informasi dari pendidik (Rahmawati et al., 2022; Hidayat et al., 2019). Sejalan juga dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh (Amalia et al., 2020) yang menunjukkan bahwa tingkat keterampilan ilmiah peserta didik, terutama di tingkat SMA/MA, masih menunjukkan tingkat rendah. Peserta didik SMA masih sering merasa kesulitan dalam melakukan SEPs, hal tersebut masih menjadi kesulitan bagi peserta didik.

Faktor lain yang menjadi pemicu rendahnya kemampuan Science and Engineering Practices peserta didik adalah karena belum menerapkan pembelajaran berbasis proyek dan pendidikan berbasis tempat. Pentingnya penerapan pembelajaran berbasis proyek *(project-based learning)* dan pendidikan berbasis tempat *(place-based education)* dalam meningkatkan kemampuan *Science and Engineering Practices* (SEPs) siswa. Pembelajaran berbasis proyek memungkinkan siswa untuk terlibat dalam tugas-tugas yang mirip dengan para profesional, sementara pendidikan berbasis tempat menghubungkan siswa dengan pengetahuan dan isu-isu lokal yang autentik. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Cheng (2010) keterampilan SEPs dapat dilakukan dengan proses ilmiah, salah satunya dengan menggunakan pembelajaran berbasis proyek Kedua pendekatan ini telah terbukti memiliki dampak positif pada pembelajaran siswa. Dengan menerapkan pendekatan ini, diharapkan siswa dapat mengembangkan kemampuan SEPs mereka secara lebih efektif, sehingga mendukung peningkatan kemampuan ilmiah dan teknik mereka secara keseluruhan (Rittenburg et al., 2019).

Solusi untuk mengatasi permasalahan belum menerapkan pembelajaran berbasis proyek dan pendidikan berbasis tempat dalam pembelajaran, maka dibutuhkan suatu pendekatan pembelajaran yang dapat memperhatikan kemampuan SEPs siswa. Pendekatan pembelajaran merupakan suatu proses perencanaan yang digunakan untuk pedoman dalam proses pembelajaran. Model pembelajaran berperan sebagai panduan bagi pendidik dalam merencanakan kegiatan pembelajaran sehingga dapat membantu peserta didik dalam memperoleh ide, informasi, keterampilan, serta mengubah ide menjadi pengetahuan (Cheng et al., 2010; Mariyaningsih et al., 2018;

Octavia et al., 2020). Oleh karena itu, penting bagi pendidik untuk memilih pendekatan pembelajaran yang tepat dan efektif.

Penggunaan model pembelajaran berbasis proyek dan pendidikan berbasis tempat tidak akan efektif apabila tidak diiringi oleh penggunaan media pembelajaran yang memadai untuk memperbaiki hasil kemampuan SEPs peserta didik dengan mengintegrasikan kearifan lokal. Salah satu jenis media yang dipercaya dapat meningkatkan kemampuan SEPs peserta didik adalah modul elektronik atau yang biasa dikenal dengan E-Modul. Menurut Depdiknas, modul tersebut berisi detail pembelajaran yang disusun secara teratur dan mengacu pada tujuan pembelajaran dan kearifan lokal (Rindika Putri et al., 2021).

Pembelajaran menggunakan E-Modul dengan mengintegrasikan kearifan lokal dapat juga disebut dengan etnopedagogi yang diartikan sebagai aktualisasi pembelajaran yang berorientasi pada penanaman nilai-nilai kearifan lokal (Aswirna., 2018; Aswirna et al., 2021; Kiswanda & Aswirna., 2020. Etnopedologi dapat dipandang sebagai praktik pendidikan yang berlandaskan kearifan lokal dan bersumber dari nilai-nilai budaya kelompok etnis dan standar perilaku. Masyarakat Indonesia secara umum berpandangan bahwa sekolah merupakan institusi yang kuat dalam melakukan transformasi budaya bagi generasi mendatang, padahal kenyataannya transformasi budaya lebih dari itu, dengan interaksi sosial atau kontak antara siswa dan masyarakat di luar sekolah. (Ariyani, P, 2020). E-Modul yang diintegrasikan dengan kearifan lokal memiliki beberapa manfaat, diantaranya membuat pembelajaran yang abstrak menjadi real, meningkatkan motivasi siswa, pemahaman yang lebih mendalam, pembelajaran berbasis pengalaman, meningkatkan keterlibatan peserta didik dari awal sampai akhir proses pembelajaran (Aswirna et al., 2019).

Permasalahan yang ditemukan pada saat observasi lapangan membuat keterampilan SEPs peserta didik rendah. Salah satu solusi yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan mengembangkan bahan ajar dalam pembelajaran Fisika. Namun, bahan ajar yang dikembangkan dari beberapa penelitian tersebut masih menggunakan model pembelajaran *Inquiry based learning* terhadap aspek *question and defining problems dan engaging in argument from evidence*. Belum banyak yang mencoba mengembangkan e-modul

dengan model pembelajaran berbasis proyek dan pendidikan berbasis tempat. Untuk itu perlu dikembangkan bahan ajar berbasis NGSS dalam pembelajaran Fisika (Zohri et al., 2022). Sehingga mampu meningkatkan kemampuan SEPs siswa. Hal tersebut didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Sinta (2022) yang mengungkapkan melalui pembelajaran berbasis NGSS dapat memaksimalkan pencapaian keterampilan berpikir, perencanaan dan investigasi meningkat dalam pembelajaran fisika.

Salah satu cara yang peneliti lakukan untuk meningkatkannya yaitu dengan mengembangkan E-Modul yang dilengkapi dengan Langkah-langkah untuk meningkatkan keterampilan SEPs. Materi yang cocok digunakan dalam pembelajaran berbasis proyek dan pendidikan berbasis tempat ini yaitu Suhu & Kalor, karena pada materi ini selain diajarkan tentang konsep peserta didik juga dapat diajak untuk membuat proyek.

Berdasarkan aspek-aspek yang dikemukakan sebelumnya maka peneliti akan melakukan penelitian berupa mengembangkan e-modul pada materi Suhu dan Kalor di kelas XI dengan judul penelitian "Pengembangan E-Modul Suhu & Kalor Melalui Pembelajaran Berbasis Proyek dan Pendidikan Berbasis Tempat Pada Siswa MA". Dari solusi yang peneliti tawarkan diharapkan dapat membantu memecahkan permasalahan yang dihadapi.

II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian pengembangan *(research and development)* dengan model Plomp yang meliputi tiga tahapan pengembangan, yaitu: penelitian pendahuluan *(Preliminary reseach)*, fase pengembangan atau prototipe, *(development of prototipe phase)*, dan fase penilaian *(Assesment phase).*

a. Tahap Pendauluan
   Pada tahap ini diakukan analisis kebutuhan *(need assessment)* dan analisis literatur yang bertujuan untuk melihat kebutuhan apa saja yang perlu digunakan peserta didik dalam pembelajaran Fisika. Analisis ini menghasilkan gambaran fakta, alternatif pemecahan masalah dan landasan konseptual dan teoritis yang memperkuat e-modul berbasis NGSS yang diintegrasikan dengan kearifan lokal.
b. Tahap Pengembangan
   Lanjutan dari tahap sebelumnya yang bertujuan untuk menghasilkan prototipe e-modul.
c. Tahap Penilaian
   Tahap ini dilakukan untuk menilai kepraktisan dan keefektifan e-modul yang dikembangkan.

Untuk melihat hasil tahap 1-3 dari model Plmp dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini:

Tahap		
Penelitian pendahuluan	Pengembangan prototipe	Penilaian
Analisis masalah dan tinjauan literatur (masa lalu dan atau sekarang). Hasilnya adalah sebuah kerangka kerja untuk produk.	Prototipe yang akan diuji cobakan dan direvisi berdasarkan evaluasi formatif. Prototipe awal evaluasi formatif yang dilakukan melalui penilaian ahli yang menghasilkan kepraktisan yang diharapkan.	Praktikalitas menilai apakah pengguna dapat bekerja dengan produk ini dan akan menerapkannya dalam pembelajaran (relevan dan berkelanjutan), dan juga apakah produk ini efektif.

Produk dari penelitian ini berupa e-modul Suhu dan Kalor melalui pembelajaran berbasis proyek dan pendidikan berbasis tempat terhadap keterampilan SEPs. Instrumen pengumpulan data penelitian ini dapat dilihat pada tabel 2 berikut:

Tabel 2 Instrumen Pengumpulan Data

No	Kriteria	Instrumen
1	Valid	a. Lembar peniaian instrumen validasi b. Lembar penilaian instrumen praktikalitas c. Lembar validasi materi dan soal, konstruksi dan RPP, serta kebahasaan e-modul suhu dan kalor melalui pembelajaran berbasis proyek dan pendidikan berbasis tempat pada siswa MA
2	Praktis	a. Angket praktikalitas oleh pendidik b. Angket praktikalitas oleh peserta didik
3	Efektif	a. Angket efektivitas keterampilan SEPs dengan soal tes

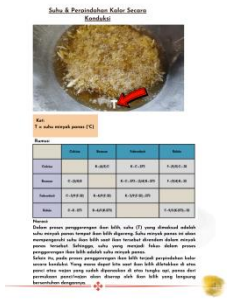
Metode pengambilan data menggunakan angket yang terdiri dari angket kevalidan produk, kepraktisan produk dan keefektivan produk. Angket kevalidan diberikan kepada 4 orang ahli yang terdiri dari 1 ahli materi, 1 ahli soal, 1 ahli kontruksi dan 1 ahli kebahasaan. Angket kepraktisan diisi oleh 1 pendidik dan 18 peserta didik kelas XI IPA MAM Saning Bakar. Dan angket kefektivan diberikan kepada 18 peserta didik kelas XI IPA MAM Saning Bakar untuk mengukur keterampilan SEPs peserta didik pada materi Suhu dan Kalor.

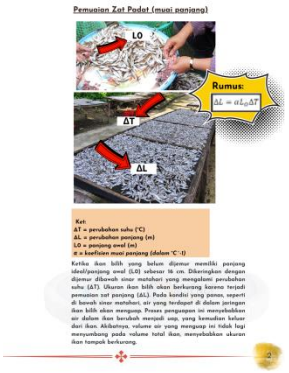
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) menghasilkan e-modul suhu dan kalor melalui pembelajaran berbasis

proyek dan pendidikan berbasis tempat yang valid, praktis dan efektif; (2) mengetahui perbedaan hasil kemampuan *science and engineering practices* peserta didik sebelum dan sesudah menggunakan e-modul. Dalam tahap pengembangan e-modul divalidasi oleh beberapa pakar ahli. Validasi yang dilakukan ini bertujuan untuk mengukur kevalidan materi, konstruksi, dan bahasa e-modul. Revisi prototipe dapat dilihat pada tabel 3 dibawah ini:

Tabel 3 Hasil Pengembangan produk atau *prototype*

Integrasi	Hasil
Kearifan lokal ikan bilih yang diintegrasikan dengan materi suhu dan perpindahan kalor	 Gambar tersebut menjelaskan tentang proses penggorengan ikan bilih, suhu (T) yang dimaksud adalah suhu minyak panas tempat ikan bilih digoreng. Suhu minyak panas ini akan mempengaruhi suhu ikan bilih saat ikan tersebut direndam dalam minyak panas tersebut. Sehingga, suhu yang menjadi fokus dalam proses penggorengan ikan bilih adalah suhu minyak panas. Saat ikan bilih diletakkan di atas panci atau wajan yang sudah dipanaskan di atas tungku api, panas dari permukaan panci/wajan akan diserap oleh ikan bilih yang langsung bersentuhan dengannya. Panas ini kemudian ditransfer dari bagian permukaan ikan bilih yang bersentuhan dengan permukaan panci/wajan ke bagian dalam ikan bilih secara bertahap, melalui material ikan tersebut. Dengan demikian, panas berpindah dari daerah yang lebih panas (permukaan panci/wajan) ke daerah yang lebih dingin (ikan bilih) melalui konduksi.

Integrasi	Hasil
Kearifan lokal ikan bilih yang diintegrasikan dengan materi pemuaian zat	 Gambar tersebut menjelaskan tentang proses pengeringan ikan bilih Dalam proses pengeringan ikan bilih, ukuran ikan bilih tampak berkurang ketika dijemur di bawah sinar matahari dalam proses pengeringan karena terjadi pemuaian zat. Pada kondisi yang panas, seperti di bawah sinar matahari, air yang terdapat di dalam jaringan ikan bilih akan menguap. Proses penguapan ini menyebabkan air dalam ikan berubah menjadi uap, yang kemudian keluar dari ikan. Akibatnya, volume air yang menguap ini tidak lagi menyumbang pada volume total ikan, menyebabkan ukuran ikan tampak berkurang. Hal ini merupakan contoh dari pemuaian panjang (linear expansion) dalam

Integrasi	Hasil
	pemuaian zat padat, di mana perubahan suhu menyebabkan perubahan panjang benda tersebut. Dalam teori fisika, ketika ikan bilih yang belum dijemur memiliki panjang ideal/panjang awal (L_0) sebesar 16 cm. Dikeringkan dengan dijemur dibawah sinar matahari yang mengalami perubahan suhu (ΔT). Ukuran ikan bilih akan berkurang karena terjadi pemuaian zat panjang (ΔL). Pada kondisi yang panas, seperti di bawah sinar matahari, air yang terdapat di dalam jaringan ikan bilih akan menguap. Proses penguapan ini menyebabkan air dalam ikan berubah menjadi uap, yang kemudian keluar dari ikan. Akibatnya, volume air yang menguap ini tidak lagi menyumbang pada volume total ikan, menyebabkan ukuran ikan tampak berkurang.

Integrasi	Hasil
Kearifan lokal ikan bilih yang diintegrasikan dengan materi kalor	 Gambar tersebut menjelaskan tentang proses penjemuran ikan bilih. Pada Teknik pengeringan disamping masih menggunakan cara tradisional yaitu memanfaatkan sumber matahari. Proses pengeringan ikan bilih melibatkan transfer panas atau kalor dari sumber panas ke ikan. Kalor digunakan untuk meningkatkan energi kinetik molekul air, sehingga air tersebut berubah menjadi uap. Selama proses pengeringan, perubahan fase terjadi. Air dalam ikan bilih berubah dari fase cair menjadi fase uap. Ini adalah perubahan fase yang memerlukan tambahan energi dalam bentuk kalor. Ketika air menguap, ia menyerap kalor dari ikan, menjadikan ikan lebih dingin. Ini adalah prinsip dasar pendinginan evaporatif, di mana kalor diambil dari lingkungan sekitarnya untuk mengubah air menjadi uap. Perpindahan panas dari suatu benda ke benda lain terjadi apabila terdapat perbedaan suhu diantara kedua benda. Panas mengalir atau berpindah dari benda yang suhunya tinggi ke benda yang suhunya rendah. Proses ini berlangsung secara terus menerus sampai suhu kedua benda menjadi seimbang. Selain itu, dalam pengeringan ikan bilih, L (energi kalor laten) adalah jumlah energi yang diperlukan untuk mengubah air dalam ikan menjadi uap per satuan massa. Misalnya dalam mengeringkan 1 kg ikan bilih, dibutuhkan 200 kJ energi untuk mengubah air dalam ikan menjadi uap. Maka untuk mengeringkan 5 kg ikan

Integrasi	Hasil
	kalor dari ikan, menjadikan ikan lebih dingin. Ini adalah prinsip dasar pendinginan evaporatif, di mana kalor diambil dari lingkungan sekitarnya untuk mengubah air menjadi uap. Perpindahan panas dari suatu benda ke benda lain terjadi apabila terdapat perbedaan suhu diantara kedua benda. Panas mengalir atau berpindah dari benda yang suhunya tinggi ke benda yang suhunya rendah. Proses ini berlangsung secara terus menerus sampai suhu kedua benda menjadi seimbang. Selain itu, dalam pengeringan ikan bilih, L (energi kalor laten) adalah jumlah energi yang diperlukan untuk mengubah air dalam ikan menjadi uap per satuan massa. Misalnya dalam mengeringkan 1 kg ikan bilih, dibutuhkan 200 kJ energi untuk mengubah air dalam ikan menjadi uap. Maka untuk mengeringkan 5 kg ikan



Integrasi	Hasil
	bilih yang memiliki kelembaban yang sama total energi (Q) yang diperlukan untuk mengeringkan 5 kg ikan bilih adalah 1000 kJ.

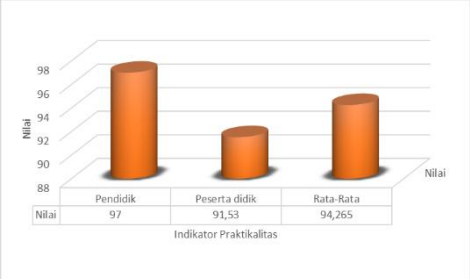
Uji Validitas

Hasil uji validitas diperoleh dari angket yang sudah diisi oleh 1 ahli materi, 1 ahli media dan 1 ahli bahasa. Hasil validitas materi, media dan bahasa dapat dilihat pada grafik 1 dibawah ini:

Grafik 1 menunjukkan hasil validitas materi sebesar 80% yang terdiri dari 8 pernyataan, validitas kontruksi sebesar 82% dari 14 pernyataan dan validitas bahasa 92% dari 5 pernyataan. Sehingga dapat diperoleh rata-rata 84,6% dengan kategori sangat valid.

Uji Praktikalitas

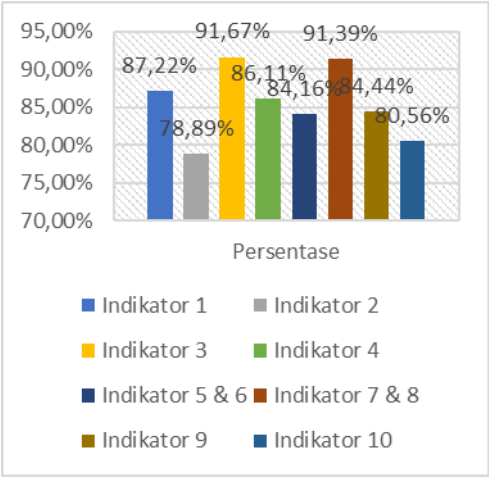
Hasil uji praktikalitas diperoleh dari angket yang sudah diisi oleh 2 praktisi yaitu pendidik dan 18 peserta didik kelas XI di MAM Saning Bakar. Hasil praktikalitas dapat dilihat pada grafik 2 dibawah ini:



Grafik 2 menunjukkan rata-ratahasil uji praktikalitas oleh pendidik sebesar 97% dari 12 pernyataan, sedangkan rata-rata praktikalitas peserta didik sebesar 91,53% dari 8 pernyataan. Sehingga dapat diperoleh rata-rata 94,26% dengan kategori sangat praktis.

Uji Efektivtas

Uji efektivitas untuk keterampilan SEPs peserta didik dilakukan dengan menyebar 10 soal tes kepada 18 pesertadidik kelas XI MAM Saning Bakar. Adapun hasil kemampuan SEPs siswa menggunakan soal tes dapat dilihat pada grafik 3 dibawah ini:



Grafik 3 menunjukkan persentase data soal tes untuk setiap

aspek indikator *science and engineering practices* (SEPs) pada materi suhu dan kalor, dari jawaban yang diberikan oleh 18 orang peserta didik, sebagian besar paham atas soal tes *science and engineering practices* yang diberikan. Analisis data menunjukkan bahwa indikator *planning and carrying out investigation* mendapatkan persentase paling tinggi diantara indikator lain. Adapun faktor yang mempengaruhinya adalah pada e-modul yang disiapkan peserta didik mampu melakukan penyelidikan terhadap suatu fenomena nyata dalam lingkungan sekitar yang berhubungan dengan materi suhu dan kalor, peserta didik juga mampu untuk melakukan penelitian tentang fenomena yang berhubungan dengan materi suhu dan kalorpada kearifan lokal proses pengolahan ikan bilih. Selain itu peserta didik kelas XI IPA di MAM Saning Bakar tertarik dalam merencanakan dan melaksanakan penyelidikan secara langsung. Hal tersebut menunjukkan kemampuan mereka dalam mengorganisir langkah-langkah penelitian, merumuskan hipotesis, dan memilih metode yang sesuai sangat baik. Dengan adanya kemampuan ini, peserta didik dapat secara efektif mengembangkan ide, mengumpulkan data relevan, dan menyusun hasil penelitian dengan baik. keberhasilan dalam indikator ini juga mencerminkan tingkat kesiapan peserta didik untuk berpartisipasi dalam proses penelitian yang lebih kompleks di masa depan. Selain itu indikator *planning and carrying out investigation* membuat siswa terlibat dalam investigasi yang dirancang untuk membuat pilihan dan keputusan selama perencanaan dan implementasi, memberikan kesempatan kepada siswa untuk menemukan apa yang berhasil dan apa yang tidak. Sedangkan indikator *developing ang using models* memiliki persentase paling rendah dari 8 indikator lainnya. Adapun faktor yang mempengaruhinya adalah kurangnya pemahaman tentang konsep ilmiah yang mendasari pembuatan dan penggunaan model. Selain itu, keterbatasan dalam kemampuan analitis dan keterampilan berpikir kritis peserta didik dalam mengembangkan dan menggunakan model secara efektif. Kurangnya pelatihan dan pengalaman praktis dalam menggunakan model sehingga menyebabkan rendahnya indikator tersebut.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan tentang E-Modul Suhu Dan Kalor Melalui Pembelajaran Berbasis Proyek dan Pendidikan Berbasis Tempat yaitu: Telah dihasilkan E-

Modul yang sangat valid, praktis, dan sangat efektif. E-Modul Suhu Dan Kalor Melalui Pembelajaran Berbasis Proyek dan Pendidikan Berbasis Tempat untuk meningkatkann kemampuan siswa dalam *science and engineering practices* baik dari segi materi, media, dan bahasa dengan nilai rata-rata 84,66% dengan kategori sangat valid. Kepraktisan E-Modul mempunyai nilai rata-rata 94,26% kategori Sangat praktis. Keefektifan E-Modul menggunakan soal tes diperoleh rata-rata 86,00% kategori sangat efektif pada KD 3.5 Suhu dan Kalor sangat efektif terhadap kemampuan *science and engineering practices* peserta didik. Kemampuan *science and engineering practices* peserta didik sebelum menggunakan e-modul mempunyai perbedaan yang signifikan dengan nilai rata-rata 67,94, sedangkan setelah penggunaan e-modul dalam pembelajaran diperoleh nilai rata-rata 86,00.

DAFTAR PUSTAKA

1. Allensworth, E., Cashdollar, S., & Cassata, A. (2022). Supporting Change in Instructional Practices to Meet the Common Core Mathematics and Next Generation Science Standards: How Are Different Supports Related to Instructional Change? *AERA Open*, *8*. https://doi.org/10.1177/23328584221088010
2. Aswirna, P. (2019). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Aplikasi Adobe Flash Pada Materi Kalor, Perpindahan Kalor Serta Teori Kinetik Gas untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa.
3. Aswirna, P. (2018). Application Of Treatment Trait Interaction To Improve Learning Of Chemistry. SHS Web of Conferences, 42, 00114. https://doi.org/10.1051/shsconf/20184200114
4. Aswirna, P., Fahmi, R., Samad, D., & Tamala, N. (2019). Natural Science: Jurnal Penelitian Bidang IPA dan Pendidikan IPA Pengembangan E-Modul Fisika Berbasis Model Trait Treatment Interaction Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis.
5. Aswirna, P., Fahmi, R., Samad, D., & Tamala, N. (n.d.-b). Natural Science: Jurnal Penelitian Bidang IPA dan Pendidikan IPA Pengembangan E-Modul Fisika Berbasis Model Trait Treatment Interaction Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis.
6. Aswirna, P., Sabri, A., & Tusadiah, H. (2021). Development of interactive module based on trait treatment interaction (TTI) using adobe fash on critical thinking skills of students. 192–203. https://doi.org/10.32698/icftk422
7. Aswirna, P., Samad, D., Devi, I. S., Fahmi, R., & Jannah, R. (2022). STEM-Based E-Module Integrated Local Wisdom of Rice Stem Fertilizers on Students' Critical and Creative Thinking. Al-Ta Lim Journal, 29(1), 15–23. https://doi.org/10.15548/jt.v29i1.764
8. Aziizah, U., Efendi, R., & Muslim, M. (2021). Student needs for developing light waves test based on three-dimensional learning frameworks. Journal of Physics: Conference Series, 2098(1). https://doi.org/10.1088/1742-6596/2098/1/012022
9. Beals, R. A. (2021). Transformative Education in Science, Technology, Engineering, and Mathematics: Empowering the Next Generation of Scientists. Journal of Hispanic Higher Education, 20(4), 385–401. https://doi.org/10.1177/1538192719877414
10. Cahyanti, T. O., Sukarmin, S., & Ashadi, A. (2020). Analisis Kemampuan Siswa Dalam Constructing Explanations And Designing Solutions Materi Gerak Dan Gaya. Edusains, 11(2), 163172. https://doi.org/10.15408/es.v11i2.10674
11. Chiu, J. L., Dejaegher, C. J., & Chao, J. (2015). The effects of augmented virtual science laboratories on middle school students' understanding of gas properties. Computers and Education, 85, 59–73. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.02.007

12. Christian, K. B., Kelly, A. M., & Bugallo, M. F. (2021). NGSS-based teacher professional development to implement engineering practices in STEM instruction. International Journal of STEM Education, 8(1). https://doi.org/10.1186/s40594-021-00284-1
13. Danielson, K., & Matson, C. (2018). Teaching Teachers: Designing an NGSS Learning Pathway (Vol. 55, Issue 7).
14. Drits-Esser, D., Hardcastle, J., Bass, K. M., Homburger, S., Malone, M., Pompei, K., Deboer, G. E., & Stark, L. A. (2021). Randomized controlled trial of a cohesive eight-week evolution unit that incorporates molecular genetics and principles of the next generation science standards. CBE Life Sciences Education, 20(3). https://doi.org/10.1187/cbe.20-01-0008
15. Engels, M., Miller, B., Jennewein, J. S., & Eitel, K. (2017). The Confluence Approach: Developing scientific literacy through project-based learning and place-based education in the context of NGSS Audrey Squires Middle Fork Willamette Watershed Council, USA. In Electronic Journal of Science Education (Vol. 23, Issue 3). http://ejse.southwestern.edu
16. Ewing, M. (2015). Guest Editorial: EQuIP-ped for Success: A rubric to help implement the Next Generation Science Standards (Vol. 52, Issue 5).
17. Fanning, L. S., & Adams, K. L. (2015a). Bridging the three dimensions of the NGSS using the nature of science. In Scope (Vol. 39, Issue 2).
18. Fanning, L. S., & Adams, K. L. (2015b). Bridging the three dimensions of the NGSS using the nature of science. In Scope (Vol. 39, Issue 2).
19. Furtak, E. M., & Heredia, S. C. (2016). A VIRTUOUS CYCLE: Using the Formative Assessment Design Cycle to support the NGSS (Vol. 83, Issue 2).
20. Higgins, C. (2016). Evaluating the Egg Drop: Using the EQulp Rubric to Ensure Activities Meet the Next Generation Science Standards. In Scope (Vol. 39, Issue 9).
21. Hodges, G. W., Wang, L., Lee, J., Cohen, A., & Jang, Y. (2018). An exploratory study of blending the virtual world and the laboratory experience in secondary chemistry classrooms. Computers and Education, 122, 179–193. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.03.003
22. Huff, K. L., & Yager, R. E. (2016). The four strands of science learning and the Next Generation Science Standards: How you can create greater proficiency in your middle school classroom. In Earth Science Activities (Vol. 40, Issue 2).
23. Indarta, Y., Jalinus, N., Abdullah, R., & Samala, A. D. (2021). 21st Century Skills : TVET dan Tantangan Abad 21. Edukatif : Jurnal Ilmu Pendidikan, 3(6), 4340–4348. https://doi.org/10.31004/edukatif.v3i6.1458
24. Kaderavek, J. N., North, T., Rotshtein, R., Dao, H., Liber, N., Milewski, G., Molitor, S. C., & Czerniak, C. M. (2015). SCIIENCE: The creation and pilot implementation of an NGSS-based instrument to evaluate early childhood science teaching. Studies in Educational Evaluation, 45, 27–36. https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2015.03.003