

**ANALISIS VALIDITAS DAN EFEKTIVITAS E-LKPD BERBASIS VIRTUAL
LABORATORIUM TERINTEGRASI STEM PADA SUBMATERI ZAT MAKANAN
UNTUK MELATIHKAN KETERAMPILAN LITERASI SAINS PESERTA DIDIK
KELAS XI SMA**

Dien Amelia Defani Ananda Putri¹, Pramita Yakub²

^{1,2} Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Surabaya

dien.22112@mhs.unesa.ac.id¹ pramitayakub@unesa.ac.id²

ABSTRACT

This study aims to describe the validity and effectiveness of E-LKPD (Electronic Student Worksheets) based on a virtual laboratory integrated with STEM for the subtopic of nutrients in developing the science literacy skills of 11th-grade high school students. This study is a research and development (R&D) study using the 4D model. The test subjects in this study were 20 11th-grade students at SMAN 2 Sidoarjo. The validity of the E-LKPD was determined through an assessment by two expert validators covering the aspects of presentation appropriateness, content appropriateness, and linguistic appropriateness, while effectiveness was measured through science literacy tests in the form of pre-tests and post-tests, which were analyzed using the N-gain score. The results showed that the E-LKPD based on a virtual laboratory integrated with STEM was deemed highly valid, with an average percentage of 90%, as assessed in terms of presentation appropriateness, content appropriateness, and linguistic appropriateness. Furthermore, the E-LKPD was found to be effective in developing students' science literacy skills, as evidenced by an increase in the N-gain score of 0.74, which falls into the "high" category. Based on these results, it can be concluded that the E-LKPD based on an integrated STEM virtual laboratory for the subtopic of nutrients is appropriate and effective for use as instructional material to develop the science literacy skills of 11th-grade high school students.

Keywords: E-LKPD, virtual laboratory, STEM, nutrients, science literacy

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan validitas dan efektivitas E-LKPD (Elektronik Lembar Kerja Peserta Didik) berbasis virtual laboratorium terintegrasi STEM pada submateri zat makanan dalam melatih keterampilan literasi sains peserta didik kelas XI SMA. Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (Research and Development) dengan model 4D. Subjek uji coba dalam penelitian ini adalah 20 peserta didik kelas XI di SMAN 2 Sidoarjo. Validitas E-LKPD diperoleh melalui penilaian oleh 2 validator ahli yang meliputi aspek kelayakan penyajian, kelayakan isi, kelayakan kebahasaan, sedangkan efektivitas diukur melalui tes literasi sains berupa pre-test dan post-test yang dianalisis menggunakan N-gain score. Hasil penelitian menunjukkan bahwa E-LKPD berbasis virtual laboratorium terintegrasi STEM dinyatakan sangat valid dengan perolehan rata-rata persentase sebesar 90 %, ditinjau dari aspek kelayakan penyajian, kelayakan isi, kelayakan kebahasaan. Selain itu, E-LKPD dinyatakan efektif dalam melatih keterampilan literasi sains peserta didik, dibuktikan dengan peningkatan skor N-gain sebesar 0,74 yang termasuk dalam kategori tinggi. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa E-LKPD berbasis virtual laboratorium terintegrasi STEM pada submateri zat makanan layak dan efektif digunakan sebagai bahan ajar untuk melatih keterampilan literasi sains peserta didik kelas XI SMA.

Kata Kunci: E-LKPD, virtual laboratorium, STEM, zat makanan, literasi sains.

A. Pendahuluan

Kualitas pendidikan Indonesia menjadi perhatian global sejalan dengan target Sustainable Development Goals (SDGs) poin ke-4 tentang pendidikan berkualitas dan inklusif. Meskipun akses pendidikan di Indonesia terus mengalami kemajuan, tantangan dalam hal kualitas dan relevansi kurikulum masih menjadi persoalan utama (UNESCO, 2020). Kondisi ini diperkuat oleh data Programme for International Student Assessment (PISA) tahun 2022 yang menempatkan Indonesia pada peringkat ke-72 dari 81 negara pada kategori literasi sains dengan skor 396, jauh di bawah rata-rata skor internasional. Rendahnya capaian ini mengindikasikan bahwa kemampuan peserta didik Indonesia dalam memahami fenomena ilmiah, mengevaluasi bukti, dan menerapkan pengetahuan sains untuk menyelesaikan permasalahan kontekstual masih tergolong rendah.

Rendahnya literasi sains tidak terlepas dari dominasi metode pembelajaran konvensional yang minim interaksi dan kurang melatih keterampilan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, serta komunikatif (4C) (Jusman & Parisu, 2025). Pendekatan

Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) menjadi salah satu solusi yang relevan karena mengintegrasikan konsep sains dengan penerapan teknologi, rekayasa, dan matematika untuk menyelesaikan masalah nyata (Davidi et al., 2021), sekaligus secara langsung mendukung pengembangan literasi sains peserta didik (Syahril et al., 2016). Penelitian Mu'minah & Aripin (2019) bahkan menunjukkan bahwa penerapan STEM mampu meningkatkan keterampilan komunikasi dan kolaborasi peserta didik hingga di atas 66%. Namun demikian, keberhasilan pendekatan STEM sangat bergantung pada ketersediaan sarana praktikum yang memadai (Wahid et al., 2025), sementara banyak sekolah masih menghadapi keterbatasan fasilitas laboratorium (Ginting, 2024).

Kondisi tersebut sejalan dengan temuan di lapangan selama Praktik Pengalaman Lapangan (PPL) di SMAN 2 Sidoarjo, yang menunjukkan bahwa pembelajaran biologi masih terkendala pada pelaksanaan praktikum akibat keterbatasan jumlah ruang laboratorium, sehingga alokasi waktu praktikum menjadi minim dan pemahaman konsep peserta didik

cenderung bersifat teoretis. Padahal, submateri zat makanan pada dasarnya menuntut kegiatan praktikum langsung, seperti uji iodin, uji benedict, uji biuret, dan uji vitamin C, agar peserta didik dapat membangun pemahaman konsep berdasarkan bukti ilmiah, bukan sekadar hafalan (Defianti et al., 2020).

Virtual laboratorium hadir sebagai solusi atas keterbatasan tersebut karena menyediakan simulasi eksperimen yang dapat diakses tanpa batasan ruang dan waktu, aman digunakan tanpa risiko bahan kimia berbahaya, serta dapat menekan biaya operasional sekolah (Malik et al., 2020). Media ini juga terbukti mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik secara signifikan (Ridwan & Kembuan, 2021) dan mendorong kesiapan peserta didik dalam menghadapi tuntutan teknologi di era digital (Anwar et al., 2021). Integrasi virtual laboratorium ke dalam Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) memungkinkan penyajian materi yang terstruktur disertai panduan praktikum interaktif dan kontekstual, sehingga peserta didik dapat membangun pemahaman konsep, berpikir kritis, dan

menyelesaikan masalah secara mandiri (Simamora et al., 2024).

Beberapa penelitian terdahulu telah mengembangkan media serupa namun masih menyisakan celah penelitian (research gap). Jariah et al., (2025) mengembangkan pembelajaran biologi berbasis STEM berbantuan virtual laboratorium pada materi fotosintesis yang efektif meningkatkan keterampilan berpikir kritis, namun belum menyentuh materi zat makanan. Kahar, (2023) mengembangkan virtual laboratorium pada materi uji zat makanan (karbohidrat), tetapi penelitian tersebut belum mengintegrasikan pendekatan STEM. Sementara itu, Sari et al., (2022) mengembangkan virtual laboratorium berbasis STEM namun terbatas pada satu mata pelajaran dan belum menguji efektivitasnya, sehingga merekomendasikan pengembangan pada materi lain disertai uji efektivitas. Berdasarkan gap tersebut, penelitian ini mengembangkan E-LKPD berbasis virtual laboratorium yang secara khusus mengintegrasikan pendekatan STEM pada submateri zat makanan (uji iodin, uji benedict, uji biuret, dan uji vitamin C), yang dilengkapi simulasi

interaktif sekaligus prosedur praktikum nyata di laboratorium.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan validitas dan efektivitas E-LKPD berbasis virtual laboratorium terintegrasi STEM pada submateri zat makanan dalam melatih keterampilan literasi sains peserta didik kelas XI SMA.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (Research and Development/R&D) yang menghasilkan produk E-LKPD berbasis virtual laboratorium terintegrasi STEM pada submateri zat makanan untuk melatih keterampilan literasi sains peserta didik kelas XI SMA. Model pengembangan yang digunakan adalah 4-D (Define, Design, Develop, Disseminate) yang diadaptasi dari Thiagarajan & Sivasailam (1976). Tahap disseminate dalam penelitian ini dilaksanakan secara terbatas, yaitu hanya pada lingkup internal sekolah tempat penelitian. Uji coba produk dilakukan secara terbatas pada 20 peserta didik kelas XI SMAN 2 Sidoarjo dengan kemampuan akademik heterogen (tinggi, sedang, rendah). Validasi produk dilakukan oleh dua validator ahli, yaitu ahli media dan ahli materi.

Tahap define meliputi analisis kurikulum (mengacu pada Kurikulum Merdeka Fase F), analisis peserta

didik, analisis tugas, analisis konsep (dibatasi pada zat makanan makro: karbohidrat, protein, lemak, dan zat makanan mikro: mineral, vitamin), serta perumusan tujuan pembelajaran. Tahap design meliputi penyusunan instrumen tes (3 soal pilihan ganda dan 3 soal uraian berbasis indikator kognitif C1–C5), pemilihan media (E-LKPD berbasis virtual laboratorium dengan lima fitur utama: *Stimulation–Science Zone*, *Problem Statement–Science Zone*, *Data Collection & Processing–STEM Zone*, *Verification–Techno & Engineer Zone*, dan *Generalization–Science & Math Zone*), pemilihan format penyajian yang berfokus pada simulasi uji iodin, uji benedict, uji biuret, dan uji vitamin C, hingga dihasilkan rancangan awal (draft I). Tahap develop meliputi validasi produk oleh ahli disertai revisi, serta uji coba terbatas kepada peserta didik untuk memperoleh data efektivitas.

Teknik analisis data menggunakan metode deskriptif kuantitatif, sebagai berikut:

Validitas mengacu pada skala *Likert* 1-4. Hasil skor dihitung dan diinterpretasikan dengan cara:

- a. Menghitung skor validitas dari hasil yang didapatkan dari semua validator menggunakan rumus:

$$\text{Skor} = \frac{\text{Total skor dari penilaian ahli}}{\text{Total skor keseluruhan}} \times 100\%$$

Hasil validasi selanjutnya diinterpretasikan berdasarkan kriteria uji kevalidan E-LKPD berbasis *virtual laboratorium* dapat dilihat dalam Tabel 1. E-

LKPD dinyatakan valid jika mencapai nilai 70

Tabel 1. Kriteria Interpretasi berdasarkan Skala Likert

Skor Persentase Kelayakan (%)	Kriteria
86 – 100	Sangat Valid
70 – 85	Valid
41 – 60	Cukup Valid
21 – 40	Kurang Valid

Adaptasi dari (Riduwan, 2015)

Keefektifan dianalisis berdasarkan peningkatan hasil *pre-test* dan *post-test* kemudian diinterpretasikan dengan cara:

- a. Menghitung skor peningkatan hasil belajar yang didapatkan dari test menggunakan rumus *N-gain*:

$$N-Gain = \frac{(Skor\ post\ test - Skor\ pre\ test)}{(Skor\ maksimal - Skor\ pre\ test)}$$

Hasil *N-gain* selanjutnya diinterpretasikan berdasarkan kriteria yang dapat dilihat dalam Tabel 2. E-LKPD dinyatakan efektif jika nilai gain score $0,7 \geq g \geq 0,3$ dengan kategori sedang atau $g \geq 0,7$ dengan kategori tinggi.

Tabel 2. Kriteria *N-Gain* yang ternormalisasi

Batasan <i>N-Gain</i>	Kriteria Interpretasi
$g \geq 0,7$	Tinggi
$0,7 \geq g \geq 0,3$	Sedang
$g \leq 0,3$	Rendah

Adaptasi dari (Hake, 1999)

terintegrasi STEM untuk melatih literasi sains. Lembar kerja peserta didik elektronik yang dikembangkan untuk kelas XI pada subMateri zat makanan, berdasarkan kurikulum merdeka pada fase F, dan capaian pembelajaran “mengaitkan hubungan antara struktur dan fungsi organel di dalam sel”, digunakan untuk 2×45 menit. Hasil pengembangan E-LKPD berdasarkan penelitian terdiri atas lima fitur yaitu *Stimulation & Science zone*, *Problem statement & Science zone*, *Data Collection & Processing - STEM zone*, *Verification – Techno & Engineer zone*, & *Generalization - Science & Math zone*. Hasil pengembangan E-LKPD diperoleh lima kegiatan yaitu kegiatan 1 “Menganalisis zat makanan melalui pengamatan”, kegiatan 2 “Menelaah kebutuhan zat makanan dan dampaknya”, kegiatan 3 “Mengevaluasi zat makanan melalui simulasi virtual laboratorium”, kegiatan 4 “Membuktikan hasil virtual laboratorium melalui uji pH”, dan kegiatan 5 “Menyimpulkan zat makanan yang diperlukan”. Kegiatan praktikum pada E-LKPD terdapat pada kegiatan 3 dan kegiatan 4, topik kegiatan 3 adalah melakukan uji zat makanan dengan berbagai pengujian pada virtual laboratorium yaitu uji iodine, uji Benedict, dan uji biuret, kemudian dibuktikan saat proses pembelajaran secara langsung dikelas. Tampilan cover E-LKPD disajikan pada Gambar 4.1

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

E-LKPD yang dikembangkan yaitu berbasis virtual laboratorium



b.

a.

Gambar 4. 1 (a) Tampilan Cover Depan pada E-LKPD (b) Tampilan Cover Belakang pada E-LKPD

E-LKPD yang dikembangkan memuat fitur-fitur yang berisi kegiatan pembelajaran sehingga dapat melatih keterampilan literasi sains peserta didik. E-LKPD ini dikembangkan dengan masing-masing didalam fitur terdapat dua fitur yang memuat indikator literasi sains yaitu menjelaskan fenomena secara ilmiah, dua fitur yang memuat mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah, serta satu fitur yang memuat menafsirkan data dan bukti ilmiah. Berikut penjelasan fitur-fitur pada E-LKPD dapat dilihat dalam Tabel 3.

Tabel 3. Fitur-fitur pada E-LKPD berbasis virtual laboratorium

Logo Fitur	Fitur-Fitur E-LKPD
	- Berisikan kegiatan menganalisis berbagai makanan untuk menentukan terdapat kandungan zat di dalam bahan makanan. - Memuat indikator literasi sains yaitu menjelaskan fenomena secara ilmiah.

Logo Fitur	Fitur-Fitur E-LKPD
	- Berisikan kegiatan menganalisis permasalahan dari gambar serta artikel tentang obesitas dan menelaah dampaknya. - Memuat indikator literasi sains yaitu menjelaskan fenomena secara ilmiah. - Memuat pendekatan STEM yaitu science
	- Berisikan kegiatan menganalisis rumusan masalah, hipotesis, dan melakukan percobaan sesuai dengan rancangan yang dibuat. - Memuat indikator literasi sains yaitu mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah. - Memuat pendekatan STEM yaitu science, technology, engineering, dan mathematics.
	- Berisikan kegiatan percobaan serta menuliskan hasil verifikasi antara sifat dan rasa terhadap kandungan vitamin C - Memuat indikator literasi sains yaitu mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah. - Memuat pendekatan STEM yaitu technology, dan engineering,.
	- Berisikan kegiatan untuk menganalisis dan mengevaluasi hasil percobaan, serta

Logo Fitur	Fitur-Fitur E-LKPD
	merancang menu makanan sehat dalam sehari. - Memuat indikator literasi sains yaitu menafsirkan data dan bukti ilmiah. - Memuat pendekatan STEM yaitu science, dan mathematics.

Setelah melaksanakan tahap pengembangan perangkat pembelajaran berupa E-LKPD, pada E-LKPD dilakukan uji validitas oleh dosen ahli materi dan media.

Validitas E-LKPD

Validitas E-LKPD bertujuan menilai kelayakan produk sebelum pelaksanaan pada peserta didik. Rekapitulasi hasil validitas dalam Tabel 3.

Tabel 4. Hasil Uji Validitas LKPD

Aspek	Skor		Rata-rata	Kategori
	V1	V2		
Kelayakan Penyajian	3,5 8	3,3 6	83	Sangat Valid
Kelayakan Isi	3,5 9	3,8 9	94	Sangat Valid
Kelayakan Kebahasaan	3,6 7	3,8 9	94	Sangat Valid
Rata-rata keseluruhan			90%	Sangat Valid

Keterangan:

V1 : Validator 1

V2 : Validator 2

E-LKPD memperoleh persentase validitas keseluruhan sebesar 90%, termasuk kategori

sangat valid menurut kriteria Riduwan (2015) yang menetapkan ambang kelayakan pada persentase $\geq 71\%$. Temuan ini memperkuat hasil penelitian sejenis oleh Pratiwi & Rachmadiarti (2022), yang menyatakan bahwa validitas konten menjadi kunci utama dalam menghasilkan media pembelajaran STEM yang relevan dan kontekstual bagi peserta didik, sebagaimana tercermin dari skor kelayakan isi dan kelayakan kebahasaan pada penelitian ini yang mencapai 94%, tertinggi di antara ketiga aspek yang dinilai. Pada aspek kelayakan penyajian E-LKPD memperoleh rata-rata persentase sebesar 83% dengan kategori sangat valid. Validitas aspek kelayakan penyajian dinilai berdasarkan 12 aspek meliputi teknik penyajian, kualitas warna, kualitas gambar. Hal ini sejalan dengan temuan Maisarah & Lestari (2022) bahwa media pembelajaran dengan tampilan yang tidak membingungkan secara teknis memungkinkan peserta didik lebih fokus mempelajari isi materi dibanding mengatasi kendala penggunaan. Pada aspek kelayakan isi (94%), tingginya skor menunjukkan keterpaduan yang konsisten antara empat unsur STEM dan tiga indikator literasi sains di setiap kegiatan memperkuat argumen Sari et al., (2022) yang menyatakan pengembangan virtual laboratorium berbasis STEM diperluas ke materi lain disertai pengujian efektivitas, sebagaimana dilakukan dalam penelitian ini pada submateri zat makanan yang sebelumnya belum diintegrasikan dengan STEM oleh

Kahar (2023). Pada aspek kelayakan kebahasaan (94%), hasil ini konsisten dengan pernyataan Mista et al. (2024) bahwa kesesuaian bahasa dengan capaian pembelajaran serta struktur kalimat yang komunikatif berperan signifikan terhadap efektivitas suatu bahan ajar. Bahasa yang jelas dan tidak menimbulkan makna ganda memungkinkan peserta didik memahami instruksi kegiatan tanpa hambatan teknis, sehingga fokus belajar dapat diarahkan sepenuhnya pada penguasaan konsep.

Keefektifan E-LKPD

Efektifitas E-LKPD berbasis virtual laboratorium terintegrasi STEM dianalisis melalui nilai *N-gain* hasil perbandingan skor *pre-test* dan *post-test* dengan acuan AKM SMAN 2 Sidaorjo sebesar 75. Perbedaan hasil belajar peserta didik sebelum dan sesudah penggunaan E-LKPD berbasis virtual laboratorium terintegrasi STEM disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 5. Hasil Pre-test, Post-test, dan N-gain Peserta Didik

Varia bel	Nilai Minim um	Nilai Maksim um	Rat a- rata	Kateg ori
Pre- test	33,33	66,67	44,0 0	Belum tuntas
Post- test	80,00	93,33	85,3 3	Tunta s
N- gain	0,57	0,90	0,74	Tinggi

Keefektifan E-LKPD diukur melalui instrumen pre-test dan post-

test yang masing-masing terdiri atas tiga soal pilihan ganda dan tiga soal uraian. Pre-test digunakan untuk mengukur keterampilan literasi sains awal peserta didik, sedangkan post-test untuk menilai pencapaian literasi sains setelah penggunaan E-LKPD. Hasil pre-test menunjukkan seluruh 20 peserta didik belum mencapai ketuntasan, dengan rentang nilai 33,37–66,67 dan rata-rata 44. Temuan ini sejalan dengan hasil PISA, (2022) yang menunjukkan bahwa literasi sains peserta didik di Indonesia secara umum masih tergolong rendah, sekaligus memperkuat urgensi pengembangan E-LKPD berbasis virtual lab terintegrasi STEM untuk melatih kemampuan tersebut. Setelah penggunaan E-LKPD, rata-rata nilai post-test meningkat menjadi 85,33. Berdasarkan Tabel 4.7, diperoleh rata-rata *N-gain* sebesar 0,74 yang tergolong kategori tinggi. Merujuk pada Hake, (1999), nilai *N-gain* $\geq 0,7$ menunjukkan bahwa pembelajaran berhasil melatih kemampuan peserta didik secara signifikan. Secara rinci, 14 peserta didik memperoleh peningkatan kategori tinggi dan 6 peserta didik kategori sedang, yang menunjukkan bahwa E-LKPD tidak hanya efektif secara rata-rata, tetapi juga mampu mengakomodasi perbedaan kecepatan belajar peserta didik. Hal ini sejalan dengan Rizkika et al., (2022) yang menyatakan bahwa bahan ajar interaktif berbasis digital efektif meningkatkan keterlibatan aktif peserta didik sehingga mendorong penguasaan konsep yang lebih

optimal dan merata. Meskipun efektivitas secara klasikal tergolong tinggi, keberhasilan tersebut perlu ditelaah lebih lanjut pada tiap indikator literasi sains melalui analisis N-gain per indikator. Berikut merupakan rekapitulasi ketercapaian indikator literasi sains dalam Tabel 5.

Indikator Literasi Sains	Rata-rata Nilai (%)		N- gai n	Kriteri a
	Pre	Post		
	-	-test		
	test			
Menjelaskan fenomena secara ilmiah	42, 5	92,5	0,87	Tinggi
Mengevalua si dan merancang penyelidika n ilmiah	35	87,5	0,79	Tinggi
Menafsirkan data dan bukti secara ilmiah	17, 5	87,5	0,83	Tinggi

Pada indikator **menjelaskan fenomena secara ilmiah** (soal nomor 1 dan 4), rata-rata nilai meningkat dari 42,5% (pre-test) menjadi 92,5% (post-test), dengan N-gain 0,87 (kategori tinggi), sejalan dengan Condong et al., (2026) bahwa N-gain tinggi mencerminkan peningkatan pemahaman konsep yang signifikan. Indikator ini menuntut peserta didik mengidentifikasi kandungan zat makanan (amilum, protein, glukosa) serta memprediksi kaitannya dengan kesehatan—sejalan dengan tujuan

pembelajaran terkait analisis kebutuhan energi harian dan dampak ketidakseimbangan nutrisi. Pencapaian ini didukung oleh fitur *Stimulation & Science Zone* dan *Problem Statement & Science Zone* yang menyajikan stimulasi pengenalan zat makanan serta artikel/gambar terkait obesitas. Pada indikator **mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah** (soal nomor 2 dan 5), rata-rata nilai meningkat dari 35% menjadi 87,5%, dengan N-gain 0,79 (kategori tinggi). Indikator ini, menurut Pujiyanti et al., (2025), berkaitan dengan kemampuan mengevaluasi temuan hasil penyelidikan ilmiah; peserta didik dituntut merumuskan hasil, mengevaluasi rancangan eksperimen, serta menilai kebenaran argumen berdasarkan data uji zat makanan sesuai tujuan pembelajaran membandingkan hasil uji zat makanan melalui simulasi laboratorium virtual dan menghubungkan hasil uji vitamin C dengan uji pH. Pencapaian ini didukung fitur *Data Collection & Processing (STEM Zone)* dan *Verification – Techno & Engineer Zone*. Pada indikator **menafsirkan data dan fakta secara ilmiah** (soal nomor 3 dan 6), rata-rata nilai meningkat dari 17,5% menjadi 87,5%, dengan N-gain 0,83 (kategori tinggi). Indikator ini, menurut Hidayati et al., (2022), melibatkan kemampuan menganalisis informasi untuk menghasilkan evaluasi argumen dan kesimpulan berbasis bukti ilmiah; peserta didik diminta menganalisis data percobaan serta menafsirkan hasil uji zat makanan dalam kaitannya

dengan kesehatan, sesuai tujuan pembelajaran merancang menu sehat. Pencapaian ini didukung fitur *Generalization – Science & Math Zone* yang berisi pertanyaan analisis kandungan gizi.

Berdasarkan keseluruhan hasil validasi yang juga mencakup validasi soal *pre-test* dan *post-test* pada aspek kesesuaian materi, konstruksi, dan kebahasaan E-LKPD berbasis virtual laboratorium terintegrasi STEM dinyatakan sangat valid dan layak digunakan sebagai bahan ajar pada submateri zat makanan.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian berbasis virtual laboratorium terintegrasi STEM pada sub materi zat makanan untuk melatih keterampilan literasi sains yang telah dikembangkan, dapat ditarik kesimpulan bahwa E-LKPD dinyatakan sangat valid berdasarkan validitas sebesar 90% yang menunjukkan E- LKPD dapat melatih literasi sains. Selain itu, E-LKPD praktis untuk penggunaan pembelajaran biologi. E-LKPD dinyatakan efektif berdasarkan skor *N-gain* sebesar 0,74 , sehingga LKPD efektif untuk melatih literasi sains.

DAFTAR PUSTAKA

Condong, D. M., Sihaloho, M., & Thayban, T. (2026). *Uji N-Gain pada Implementasi STEM pada Model Pembelajaran Problem Based Learning terhadap*

Keterampilan Berpikir Kritis. 21, 1–3.

Hake, R. R. (1999). Analyzing Change/Gain Scores. *Paper Presented at the American Educational Research Association (AERA), Division D, Measurement and Research Methodology*.

<http://www.physics.indiana.edu/~sdi/AnalyzingChange-Gain.pdf>

Hidayati, S. A., Sudarti, & Handayani, R. D. (2022). Pengaruh Kemampuan Literasi Sains terhadap Minat Belajar Materi Pewarisan Sifat sebagai Evaluasi dalam Pembelajaran pada Siswa SMP. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 12(4), 1–12.

Kahar, R. A. (2023). Penggunaan Laboratorium Virtual dalam Meningkatkan Hasil Belajar IPA Uji Zat Makanan (Karbohidrat) Kelas VIII MTs. Negeri 1 Sidenreng Rappang. *Jurnal Pendidikan IPA Edukimbiosis*. <https://repository.iainpare.ac.id/id/eprint/6275/>

Maisarah, & Lestari, T. A. (2022). *Urgensi Pengembangan Media Berbasis Digital Pembelajaran Bindo* (1). 2(1), 65–75.

Mista, W., Aima, Z., & Fitri, D. Y. (2024). *Validitas E-LKPD Berbasis Problem Based Learning (PBL) pada Materi Ekspose*. 08(November), 2373–2385.

PISA. (2022). PISA 2022 Result. OECD, 1–9. <https://www.oecd.org/publication/pisa-2022-results/country-notes/malaysia-1dbe2061/>

Pratiwi, R. S., & Rachmadiarti, F. (2022). Pengembangan E-Book Berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Materi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan untuk

- Melatihkan Keterampilan Literasi Sains. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 11(1), 165–178. <https://doi.org/10.26740/bioedu.v11n1.p165-178>
- Pujiyanti, N. R., Darmawan, E., & Permadani, K. G. (2025). Pengaruh Model Pembelajaran PBL (Problem Based Learning) pada Materi Perubahan Lingkungan terhadap Kemampuan Literasi Sains dan Motivasi Belajar Peserta Didik Kelas X SMA Negeri 2 Magelang. *Biodik*, 11(1), 206–217. <https://doi.org/10.22437/biodik.v11i1.39959>
- Riduwan. (2015). *Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian*.
- Rizkika, M., Dwi, P., & Ahmad, N. (2022). Development of E-LKPD Based on STEM on Substance Pressure Materials to Improve Critical Thinking Skills for Junior High School Student. *Pancasakti Science Education Journal PSEJ*, 7(1), 41–48. <https://doi.org/10.4905/psej.v7i1.142>
- Sari, R. T., Angreni, S., & Salsa, F. J. (2022). Pengembangan Virtual-Lab Berbasis STEM untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 10(2), 391–402. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v10i2.23833>
- Thiagarajan, & Sivasailam. (1976). Instructional development for training teachers of exceptional children: A sourcebook. In *Journal of School Psychology* (Vol. 14, Issue 1). [https://doi.org/10.1016/0022-4405\(76\)90066-2](https://doi.org/10.1016/0022-4405(76)90066-2)