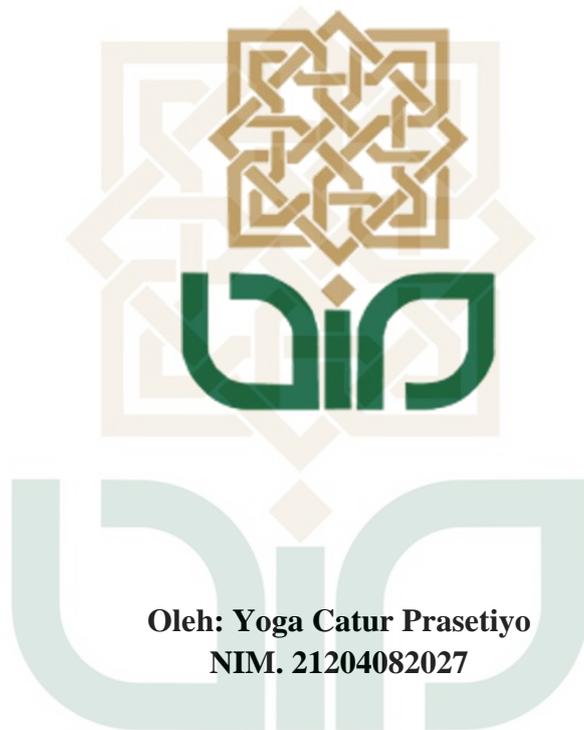


**PENGEMBANGAN *VIRTUAL LABORATORY* UNTUK MENINGKATKAN
LITERASI SAINS DAN MINAT BELAJAR PESERTA DIDIK KELAS 4
SEKOLAH DASAR/MADRASAH IBTIDAIYAH**



**Oleh: Yoga Catur Prasetyo
NIM. 21204082027**

**STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

TESIS

**Diajukan kepada Program Magister (S2)
Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga
untuk
Memenuhi Salah Satu Syarat guna Memperoleh Gelar Magister Pendidikan
(M.Pd.)
Program Studi Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah**

**YOGYAKARTA
2024**

Surat Pernyataan Keaslian

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dengan hormat, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yoga Catur Prasetyo

NIM : 21204082027

Prodi : Magister Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah

Dengan ini, menyatakan bahwasanya karya ilmiah berupa tesis yang berjudul **"Pengembangan *Virtual Laboratory* Untuk Meningkatkan Literasi Sains dan Minat Belajar Peserta Didik Kelas 4 Sekolah Dasar/Madrasah Ibtidaiyah"** merupakan hasil karya saya yang sebenar-benarnya. Tanpa ada mengambil alih pikiran atau tulisan orang lain kemudian diakui sebagai hasil karya saya. Jika dikemudian hari, hasil karya saya terbukti plagiasi dari pihak lain maka dengan bijak saya siap menerima sanksi secara akademik.

Terimakasih

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 06 November 2023



Yoga Catur Prasetyo
NIM. 21204082027

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Surat Pernyataan Bebas Plagiarisme

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dengan hormat, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yoga Catur Prasetyo
NIM : 21204082027
Jenjang : Magister
Prodi : Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah

Dengan ini, menyatakan bahwasanya naskah tesis yang berjudul **“Pengembangan Virtual Laboratory Untuk Meningkatkan Literasi Sains dan Minat Belajar Peserta Didik Kelas 4 Sekolah Dasar/Madrasah Ibtidaiyah”** secara keseluruhan naskah ini benar-benar dapat dinyatakan bebas dari plagiasi. Jika dikemudian hari, hasil karya saya terbukti plagiasi dari pihak lain maka dengan bijak saya siap menerima sanksi secara akademik.

Terimakasih

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 06 November 2023



Yoga Catur Prasetyo
NIM. 21204082027

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 513056 Fax. (0274) 586117 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-18/Un.02/DT/PP.00.9/01/2024

Tugas Akhir dengan judul : PENGEMBANGAN *VIRTUAL LABORATORY* UNTUK MENINGKATKAN LITERASI SAINS DAN MINAT BELAJAR PESERTA DIDIK KELAS 4 SEKOLAH DASAR/MADRASAH IBTIDAIYAH

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : YOGA CATUR PRASETIYO, S.Pd.
Nomor Induk Mahasiswa : 21204082027
Telah diujikan pada : Kamis, 14 Desember 2023
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Dr. Shaleh, S.Ag., M.Pd.
SIGNED

Valid ID: 65a0e61069f66



Penguji I

Dr. Sintha Sih Dewanti, S.Pd.Si., M.Pd.Si.
SIGNED

Valid ID: 658be8712614a



Penguji II

Dr. Siti Fatonah, S.Pd., M.Pd.
SIGNED

Valid ID: 65a0dd52e492e



Yogyakarta, 14 Desember 2023
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

Prof. Dr. Hj. Sri Sumarni, M.Pd.
SIGNED

Valid ID: 65a0de591c119

NOTA DINAS PEMBIMBING

Kepada Yth.
Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan
Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

Assalamual'alaikum Wr.Wb

Setelah melakukan bimbingan, arahan, dan koreksi terhadap penulisan tesis yang berjudul:

**PENGEMBANGAN *VIRTUAL LABORATORY* UNTUK MENINGKATKAN
LITERASI SAINS DAN MINAT BELAJAR PESERTA DIDIK KELAS 4 SEKOLAH
DASAR/MADRASAH IBTIDAIYAH**

yang ditulis oleh:

Nama : **Yoga Catur Prasetyo**
NIM : 21204082027
Jenjang : Magister (S2)
Program Studi : Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah

Saya berpendapat bahwa tesis tersebut sudah dapat diajukan kepada Program Magister (S2) Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga untuk diujikan dalam rangka memperoleh gelar Magister Pendidikan (M. Pd.)

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Yogyakarta, 01 Desember 2023
Pembimbing,

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



Dr. Shaleh, S. Ag., M. Pd.
NIP. 19770217 201101 1 002

HALAMAN PERSEMBAHAN

*Kupersembahkan karya penuh perjuangan, pengalaman serta kenangan ini
untuk:*

*Kedua orang tua tercinta,
Orang-orang spesial yang saya sayangi,
dan*

Almamater Tercinta

Program Magister Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah

Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

ABSTRAK

Yoga Catur Prasetyo, NIM 21204082027. Tesis *Pengembangan Virtual Laboratory untuk Meningkatkan Literasi Sains dan Minat Belajar Peserta Didik Kelas 4 Sekolah Dasar/Madrasah Ibtidaiyah*, Magister Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah, Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta, 2023.

Campur tangan teknologi telah merambah ke dunia pendidikan di mana berbagai aktivitas bersanding dengan teknologi informasi tidak hanya pada proses pembelajaran namun juga pada evaluasi pembelajarannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan produk berbasis teknologi digital yakni *Virtual Laboratory* yang diharapkan mampu meningkatkan literasi sains dan minat belajar peserta didik kelas 4 sekolah dasar/madrasah ibtidaiyah.

Penelitian pengembangan ini mengadaptasi model pengembangan Borg & Gall yang terdiri dari 10 langkah. Produk diuji kelayakannya oleh ahli media, materi, dan bahasa. Subjek uji coba melibatkan delapan sekolah di wilayah DIY dan Jawa Tengah. Pengumpulan data melalui angket, wawancara, dan tes. Teknik analisis data menggunakan analisis deskriptif. Uji hipotesis menggunakan uji-t dan *N-Gain*. Uji efektivitas produk dilaksanakan di MI Muhammadiyah Karanganyar.

Hasil penelitian menunjukkan: (1) Produk berhasil dikembangkan dengan mengadaptasi model pengembangan Borg & Gall berupa aplikasi *virtual laboratory* yang digunakan pada komputer/laptop dengan format “.exe”. *Virtual laboratory* dikembangkan dengan memanfaatkan aplikasi Construct 2 dan memuat praktikum dari lima materi tentang gaya, yaitu gaya otot, gesek, magnet, pegas, dan gravitasi. Praktikum yang disajikan menggunakan teknik pengoperasian sederhana seperti *drag and drop* (2) *Virtual laboratory* dinyatakan layak oleh para ahli dan memperoleh kategori nilai sangat baik. (3) Respon peserta didik dan guru terhadap *virtual laboratory* yang dihasilkan adalah positif dengan memperoleh penilaian sangat baik. (4) *Virtual laboratory* yang dikembangkan efektif untuk meningkatkan literasi sains namun belum efektif dalam minat belajar peserta didik kelas 4 sekolah dasar/madrasah ibtidaiyah dengan kategori sedang berdasarkan analisis uji-t dan *N-Gain* pada taraf signifikansi 0,05. Penggunaan *virtual laboratory* memberikan dampak positif yang signifikan terhadap peningkatan literasi sains dan minat belajar peserta didik. *Virtual laboratory* menyajikan konsep-konsep ilmiah melalui pengalaman virtual, peserta didik dapat lebih mudah memahami materi sains dengan cara yang menarik dan interaktif. Hasilnya, tingkat literasi sains peserta didik meningkat secara substansial, sementara minat mereka terhadap pembelajaran sains pun semakin tumbuh.

Kata Kunci: *Virtual Laboratory*, Literasi Sains, Minat Belajar.

ABSTRACT

Yoga Catur Prasetyo, NIM 21204082027. Development of Virtual Laboratory to Improve Science Literacy and Learning Interest of Grade 4 Elementary School / Madrasah Ibtidaiyah Students, Master of Education for Islamic Elementary School Teachers Programme, Faculty of Tarbiyah and Teacher Training, State Islamic University of Sunan Kalijaga Yogyakarta, 2023.

The intervention of technology has penetrated the world of education where various activities are paired with information technology not only in the learning process but also in the evaluation of learning. This research aims to develop a digital technology-based product, namely Virtual Laboratory, which is expected to increase science literacy and learning interest of grade 4 elementary school/madrasah ibtidaiyah students.

This development research adapts the Borg & Gall development model which consists of 10 steps. The product was tested for feasibility by media, material, and language experts. The test subjects involved eight schools in Yogyakarta and Central Java. Data were collected through questionnaires, interviews, and tests. The data analysis technique used descriptive analysis. Hypothesis testing using t-test and N-Gain. The product effectiveness test was carried out at MI Muhammadiyah Karanganyar.

The results showed: (1) The product was successfully developed by adapting the Borg & Gall development model in the form of a virtual laboratory application used on a computer/laptop in ".exe" format. The virtual laboratory was developed by utilizing the Construct 2 application and contains practicum from five materials about force, namely muscle force, friction, magnetism, springs, and gravity. Practicum presented using simple operating techniques such as drag and drop (2) The virtual laboratory was declared feasible by experts and obtained a very good value category. (3) The response of students and teachers to the virtual laboratory produced is positive by obtaining a very good assessment. (4) The virtual laboratory developed is effective in improving science literacy but not yet effective in learning interest of grade 4 elementary school/madrasah ibtidaiyah students with a moderate category based on t-test and N-Gain analysis at the 0.05 significance level.. The use of virtual laboratory has a significant positive impact on improving science literacy and students' interest in learning. The virtual laboratory presents scientific concepts through virtual experiences, making it easier for learners to understand science materials in an interesting and interactive way. As a result, learners' science literacy levels increased substantially, while their interest in science learning also grew.

Keywords: *Virtual Laboratory, Science Literacy, Learning Interest.*

PEDOMAN TRANSLITERASI ARAB-LATIN

Transliterasi kata-kata Arab yang dipakai dalam penyusunan tesis ini berpedoman pada Surat Keputusan Bersama Menteri Agama dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor: 158/1987 dan 0543b/U/1987, tanggal 22 Januari 1988.

A. Konsonan

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Keterangan
ا	Alif	Tidak dilambangkan	Tidak dilambangkan
ب	Ba'	B	Be
ت	Ta'	T	Te
ث	Ša'	Š	Es (dengan titik di atas)
ج	Jim	J	Je
ح	Ha'	H	Ha (dengan titik di bawah)
خ	Kha	Kh	Ka dan ha
د	Dal	D	De
ذ	Žal	Ž	Zet (dengan titik di atas)
ر	Ra'	R	Er
ز	Zai	Z	Zet
س	Sin	S	Es
ش	Syin	Sy	Es dan ye
ص	Šad	Š	Es (dengan titik di bawah)
ض	Đađ	Đ	De (dengan titik di bawah)
ط	Ta	Ṭ	Te (dengan titik di bawah)
ظ	Za	Ẓ	Zet (dengan titik di bawah)
ع	'Ain	'	Koma terbalik di atas
غ	Gain	G	Ge
ف	Fa	F	Fa
ق	Qaf	Q	Qi
ك	Kaf	K	Ka
ل	Lam	L	El
م	Mim	M	Em
ن	Nun	N	En
و	Wau	W	We

ه	Ha'	H	Ha
ء	Hamzah	'	Apostrof
ي	Ya'	Y	Ye

B. Konsonan Rangkap karena Syaddah Ditulis Rangkap

مُتَعَدِّدَةٌ	Ditulis	Muta'addidah
عِدَّةٌ	Ditulis	'iddah

C. Ta' Marbutah

Semua tā' marbūtah ditulis dengan h, baik berada pada akhir kata tunggal ataupun berada di tengah penggabungan kata (kata yang diikuti oleh kata sandang “al”). Ketentuan ini tidak diperlukan bagi kata-kata Arab yang sudah terserap dalam bahasa Indonesia, seperti shalat, zakat, dan sebagainya kecuali dikehendaki kata aslinya.

حِكْمَةٌ	Ditulis	ḥikmah
عِلَّةٌ	Ditulis	'illah
كَرَمَةُ الْأَوْلِيَاءِ	Ditulis	karāmah al-auliyā'

D. Vokal Pendek dan Penerapannya

---َ---	Fatḥah	Ditulis	A
---ِ---	Kasrah	Ditulis	I
---ُ---	Ḍammah	Ditulis	U

فَعْلٌ	Fatḥah	Ditulis	fa'ala
ذِكْرٌ	Kasrah	Ditulis	zūkira
يَذْهَبُ	Ḍammah	Ditulis	yazḥabu

E. Vokal Panjang

1. fathah + alif جاهلية	ditulis ditulis	ā jāhiliyyah
2. fathah + ya' mati تنسى	ditulis ditulis	ā tansā
3. Kasrah + ya' mati كريم	ditulis ditulis	ī karīm
4. Dammah + wawu mati فروض	ditulis ditulis	ū furūd

F. Vokal Rangkap

1. fathah + ya' mati بينكم	ditulis ditulis	Ai Bainakum
2. fathah + wawu mati قول	ditulis ditulis	Au Qaul

G. Vokal Pendek yang Berurutan dalam Satu Kata Dipisahkan dengan Apostrof

أنتم	Ditulis	A'antum
أعدت	Ditulis	U'iddat
لنشكركم	Ditulis	La'in syakartum

H. H. Kata Sandang Alif + Lam

1. Bila diikuti huruf Qamariyyah maka ditulis dengan menggunakan huruf awal "al"

القرآن	Ditulis	Al-Qur'ān
القياس	Ditulis	Al-Qiyās

2. Bila diikuti huruf Syamsiyyah ditulis sesuai dengan huruf pertama Syamsiyyah tersebut

السماء	Ditulis	As-Samā'
--------	---------	----------

الشمس	Ditulis	Asy-Syams
-------	---------	-----------

I. Penulisan Kata-Kata dalam Rangkaian Kalimat

Ditulis menurut penulisannya.

ذوى الفروض	Ditulis	Żawi al-furūd
أهل السنة	Ditulis	Ahl as-sunnah



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الحمد لله الذي انعمنا بنعمة الايمان والاسلام اشهد ان لا اله الا الله واشهد ان محمدا رسول الله والصلاة والسلام على اشرف الانبياء والمرسلين سيدنا محمد و على اله وصحبه اجمعين اما بعد.

Puji syukur peneliti ucapkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan inayah-Nya, sehingga peneliti dapat menyelesaikan penyusunan tesis dengan judul “*Pengembangan Virtual Laboratory Untuk Meningkatkan Literasi Sains dan Minat Belajar Peserta Didik Kelas 4 Sekolah Dasar/Madrasah Ibtidaiyah*”. Tidak lupa sholawat serta salam tidak pernah terlupa peneliti haturkan untuk baginda Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat yang telah membawa kita semua dari zaman jahiliyah menuju zaman yang terang benderang seperti saat ini, semoga kita semua mendapat syafaat di yaumul akhir nanti. Aamiin yaa robbal ‘alamin.

Tesis ini disusun guna memperoleh gelar Magister Pendidikan (M. Pd.) pada Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Dalam penyusunan tesis ini, peneliti tentu menemui berbagai rintangan dan tantangan yang mana semua itu dapat peneliti lalui dengan kerja keras dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, peneliti menyampaikan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada:

1. Prof. Dr. Phill. Al-Makin, MA. selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta selaku pemberi kebijakan.

2. Dr. Hj. Sri Sumarni, M. Pd. selaku Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah mengeluarkan izin penelitian.
3. Dr. Hj. Siti Fatonah, M. Pd.. selaku Ketua Program Studi S2 PGMI dan Dr. Aninditya Sri Nugraheni, M. Pd., selaku Sekretaris Program Studi S2 PGMI Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan bantuan dalam proses penyusunan tesis.
4. Dr. Shaleh, S. Ag., M. Pd., selaku dosen pembimbing tesis yang telah dengan sabar dan ikhlas memberikan tenaga, waktu dan pengetahuan beliau untuk memberikan bimbingan serta arahan mulai dari awal hingga akhir penyusunan tesis.
5. Prof. Dr. Istiningasih, M.Pd. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan akademik dan *support*, dan tentu saja terus menerus menanyakan perkembangan peneliti dalam penyusunan tesis agar selalu disiplin.
6. Bapak dan Ibu dosen program magister pendidikan guru madrasah ibtdaiyah yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan pengalaman baru kepada peneliti di bangku perkuliahan.
7. Ida Lusi Parwati, S. Pd., selaku petugas/staf tata usaha prodi dan staf fakultas yang juga telah dengan sabar membantu peneliti dalam urusan kelancaran administrasi untuk keperluan tesis.
8. Dr. Ahwy Oktradiksa, M. Pd. I. (Validator Media), Dr. Peni Susapti, M. Si. (Validator Materi), dan Jamil Suprihatiningrum, Ph. D. (Validator Bahasa), selaku dosen Validator yang telah berkenan menjadi validator produk dan telah memberikan bantuan pengembangan produk.

9. Bapak/Ibu Kepala dan Guru Sekolah dan Madrasah yang telah memberikan kesempatan dan bantuan dalam proses penelitian tesis.
10. Ibu Nursikah dan Bapak Ponijo, orang tua tercinta dan tersayang yang telah memberikan seluruh tenaga, kasih sayang, doa dan segala bentuk dukungan untuk peneliti hingga mampu menyelesaikan perkuliahan juga untuk ketiga kakak peneliti, Heru Pamulat, Faiza, dan Hefa Ariani serta seluruh keluarga yang juga memberikan dukungan.
11. Bapak Supriyadi, M. Pd., selaku motivator dan orang yang sudah peneliti anggap seperti saudara dan keluarga peneliti sendiri, yang telah senantiasa memberikan dukungan, semangat serta meluangkan waktu, pengetahuan juga pengalaman sangat luar biasa untuk peneliti. Beliau selalu ikhlas dan sabar membimbing peneliti dengan penuh kasih layaknya saudara dekat dan keluarga sendiri, sehingga pada akhirnya peneliti mampu menyelesaikan tugas akhir dengan maksimal dan penuh semangat. *You are the best person I've ever met.*
12. Bapak Kasmad Rifangi, M. Pd. I., yang senantiasa memberikan semangat dukungan, serta berbagi waktu, pengetahuan dan pengalaman yang sangat luar biasa kepada peneliti, dengan ikhlas memberikan yang terbaik serta selalu menjadi motivator bagi peneliti dalam menyelesaikan tugas akhir dengan penuh semangat.
13. Bapak Ahyari, S.Pd.I. yang telah peneliti anggap sebagai saudara dan keluarga, yang juga telah berkenan memberikan bantuan dengan sabar dan ikhlas memberikan waktu dan tenaga untuk memotivasi peneliti dengan penuh kasih seperti keluarga sendiri.

14. Salman Albar Faris, S. Pd., sahabat terbaik yang sudah penulis anggap saudara seperti keluarga sendiri, yang selalu memberikan semangat, doa, dukungan, serta berbagai pengalaman dan Pelajaran yang tidak akan pernah peneliti lupakan, mulai dari tempat berbagi cerita, keluh kesah, dan segala sesuatu baik yang berhubungan dengan penyusunan tesis maupun segala sesuatu di luar penyusunan tesis. Terima kasih untuk semua doa dan segala sesuatu yang tidak dapat dituliskan, *you're my best friend, brother.*
15. Dr. Andi Prastowo, M. Pd. I., dan Fitri Yuliawati, M. Pd. Si., selaku dosen kebanggaan peneliti yang telah memberikan bantuan juga motivasi dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
16. Muhammad Iqbal Nashrulloh, S. Pd., Fajar Pratama Septianto, S. Pd., Adhi Setyawan, S. Pd., dan Yunus Maulan Purnama, S. Pd., orang yang peneliti anggap juga sebagai sahabat baik peneliti yang juga selalu memberikan semangat, dukungan, dan bantuan semenjak saling kenal di bangku perkuliahan, *you're also my best friend.*
17. Siwi Aminah Pangestu, S. Pd., Uswatun Chasanah, M. Pd., dan Shinta Melia Khorini'mah, M. Pd., selaku rekan dan tim hebat Jurnal Al-Bidayah dan juga teman berjuang di bangku perkuliahan yang senantiasa memberikan ruang untuk berbagi.
18. Elisa Sudarwati, sahabat terbaik yang selalu memberikan dukungan, doa serta tempat berbagi keluh kesah di dalam dan di luar penyusunan tesis, terima kasih untuk segala dukungannya.

19. Teman-teman Magister PGMI angkatan 2021 yang telah memberikan banyak cerita dan pengalaman selama bersama di bangku kuliah.

20. Serta seluruh pihak yang terlibat dan tidak dapat disebutkan satu per satu.

Peneliti pun menyadari akan penelitian tesis yang masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu peneliti mengharapkan segala kritik dan saran yang membangun guna memperoleh sesuatu yang lebih baik, serta peneliti juga berharap tesis ini dapat bermanfaat bagi rekan-rekan yang membutuhkan, aamiin yaa robbal ‘alamin.

Yogyakarta, 6 November 2023
Peneliti



Yoga Catur Prasetyo

NIM.: 21204082027

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

MOTTO

لَا يُكَلِّفُ اللَّهُ نَفْسًا إِلَّا وُسْعَهَا

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya...” -
Q.S Al Baqarah: 286¹

قَوْلٌ مَّعْرُوفٌ وَمَغْفِرَةٌ خَيْرٌ مِّنْ صَدَقَةٍ يَتَّبِعُهَا أَذَىٰ ۗ وَاللَّهُ
غَنِيٌّ حَلِيمٌ

“Perkataan yang baik dan pemberian maaf itu lebih baik daripada sedekah yang
diiringi tindakan yang menyakiti. Allah Maha Kaya lagi Maha Penyantun.”
-Q.S Al Baqarah: 263

“Banyak orang baik di dunia ini, jika kamu tidak menemukannya, maka jadilah
salah satunya.”

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

¹ “Qur’an Kemenag,” diakses 24 Desember 2023, <https://quran.kemenag.go.id/>.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	ii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
NOTA DINAS PEMBIMBING	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
PEDOMAN TRANSLITERASI ARAB-LATIN	ix
KATA PENGANTAR	xiii
MOTTO	xviii
DAFTAR ISI	xix
DAFTAR TABEL	xxii
DAFTAR GAMBAR	xxiv
DAFTAR LAMPIRAN	xxvi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah	6
C. Pembatasan Masalah	7
D. Rumusan Masalah	8
E. Tujuan Pengembangan	9
F. Manfaat Pengembangan	9
G. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan.....	10
H. Kajian Penelitian yang Relevan.....	15
I. Landasan Teori	20
J. Sistematika Pembahasan.....	57
BAB II METODE PENELITIAN	58
A. Model Pengembangan	58
B. Prosedur Pengembangan	59

C.	Desain Uji Coba Produk.....	64
D.	Desain Uji Coba	66
E.	Subjek Uji Coba	69
F.	Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data	71
G.	Teknik Analisis Data	79
BAB III HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		96
A.	Deskripsi Data Instrumen Penelitian	96
1.	Validitas Instrumen.....	96
2.	Reliabilitas Instrumen	99
B.	Hasil Pengembangan Produk Awal.....	100
1.	Hasil Analisis Kebutuhan (<i>Need Analysis</i>).....	100
2.	Pengembangan Produk Awal.....	105
C.	Hasil Uji Coba Produk.....	118
1.	Data Hasil Validasi oleh Ahli Media	119
2.	Data Hasil Validasi oleh Ahli Materi	120
3.	Data Hasil Validasi oleh Ahli Bahasa.....	122
4.	Data Hasil Uji Lapangan Terbatas.....	124
5.	Data Hasil Uji Lapangan Utama.....	127
6.	Data Hasil Uji Lapangan Operasional	130
7.	Data Hasil Uji Keefektifan Produk dengan Uji-t.....	147
8.	Data Hasil Uji Keefektifan Produk dengan <i>N-Gain</i>	158
D.	Revisi Produk	165
1.	Revisi Produk Berdasarkan Ahli Media	165
2.	Revisi Produk Berdasarkan Ahli Materi.....	168
3.	Revisi Produk Berdasarkan Ahli Bahasa	170
4.	Revisi Produk Pada Uji Lapangan Terbatas	172
5.	Revisi Produk Pada Uji Lapangan Utama	173
6.	Revisi Produk Pada Uji Lapangan Operasional.....	175
E.	Analisis Hasil Produk Akhir.....	176
1.	Pengembangan Produk	176
2.	Kelayakan produk.....	184

3. Keefektifan produk	188
F. Keterbatasan Penelitian	189
BAB IV PENUTUP	191
A. Simpulan Tentang Produk	191
B. Saran Pemanfaatan Produk.....	192
C. Diseminasi dan Pengembangan Produk Lebih Lanjut.....	193
DAFTAR PUSTAKA	195
LAMPIRAN	207



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kisi-Kisi Angket Ketersediaan Sarana dan Prasarana Laboratorium IPA	75
Tabel 2. Kisi-Kisi Analisis Kebutuhan Guru	75
Tabel 3. Kisi-Kisi Angket Respon Guru	76
Tabel 4. Kisi-Kisi Angket Respon Peserta Didik.....	77
Tabel 5. Kisi-Kisi Skala Penilaian Ahli Media.....	77
Tabel 6. Kisi-Kisi Skala Penilaian Ahli Materi	78
Tabel 7. Kisi-Kisi Skala Penilaian Ahli Bahasa.....	79
Tabel 8. Interpretasi Reliabilitas	85
Tabel 9. Pedoman Kategorisasi Skor Penilaian Kelayakan Produk.....	87
Tabel 10. Pedoman Kategorisasi Skor Penilaian Ahli Media	87
Tabel 11. Pedoman Kategorisasi Skor Penilaian Ahli Materi.....	88
Tabel 12. Pedoman Kategorisasi Skor Penilaian Ahli Bahasa.....	89
Tabel 13. Pedoman Kategorisasi Skor Hasil Angket Respon Guru.....	90
Tabel 14. Pedoman Kategorisasi Skor Hasil Angket Respon Peserta Didik	91
Tabel 15. Interpretasi Nilai Gain.....	95
Tabel 16. Data Hasil Uji Validitas Instrumen Soal Literasi Sains	96
Tabel 17. Data Hasil Uji Validitas Instrumen Angket Minat Belajar	98
Tabel 18. Hasil Uji Reabilitas Instrumen Soal Literasi Sains.....	99
Tabel 19. Hasil Uji Reabilitas Instrumen Angket Minat Belajar	100
Tabel 20. Hasil Penilaian Literasi Sains pada Kelas Kontrol	132
Tabel 21. Hasil Penilaian Literasi Sains pada Kelas Eksperimen.....	133
Tabel 22. Rekapitulasi Data Nilai <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Literasi Sains	134
Tabel 23. Hasil Angket Minat Belajar Peserta Didik Kelas Kontrol	137
Tabel 24. Hasil Angket Minat Belajar Peserta Didik Kelas Eksperimen	137
Tabel 25. Perbandingan Data Hasil Minat Belajar Peserta Didik Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen.....	138
Tabel 26. Hasil Uji Normalitas Data <i>Pretest</i> Literasi Sains Kelas Eksperimen dan Kontrol	148
Tabel 27. Hasil Uji Normalitas Data <i>Posttest</i> Literasi Sains Kelas Eksperimen dan Kontrol	148
Tabel 28. Hasil Uji Normalitas Data <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Literasi Sains Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen	149
Tabel 29. Hasil Uji Normalitas Data <i>Pretest</i> Minat Belajar Kelas Eksperimen dan Kontrol	150
Tabel 30. Hasil Uji Normalitas Data <i>Posttest</i> Minat Belajar Kelas Eksperimen dan Kontrol	150

Tabel 31. Hasil Uji Normalitas Data <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Minat Belajar Kelas Kontrol Dan Kelas Eksperimen	151
Tabel 32. Hasil Uji Homogenitas Data <i>Pretest</i> Literasi Sains Kelas Eksperimen dan Kontrol	152
Tabel 33. Hasil Uji Homogenitas Data <i>Posttest</i> Literasi Sains Kelas Eksperimen dan Kontrol.....	152
Tabel 34. Hasil Uji Homogenitas Data <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Literasi Sains Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen	153
Tabel 35. Hasil Uji Homogenitas Data <i>Pretest</i> Minat Belajar Kelas Eksperimen dan Kontrol	153
Tabel 36. Hasil Uji Homogenitas Data <i>Posttest</i> Minat Belajar Kelas Eksperimen dan Kontrol.....	154
Tabel 37. Hasil Uji Homogenitas Data <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Minat Belajar Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen	154
Tabel 38. Hasil Uji <i>Independent Sample T-Test</i> Literasi Sains	156
Tabel 39. Hasil Uji <i>Independent Sample T-Test</i> Minat Belajar	157
Tabel 40. Perhitungan Nilai Gain Literasi Sains.....	159
Tabel 41. Hasil Uji Normalitas Pretest Literasi Sains (Uji T Independen N-Gain)	160
Tabel 42. Hasil Uji Normalitas Posttest Literasi Sains (Uji T Independen N-Gain)	160
Tabel 43. Hasil Uji Homogenitas Posttest Literasi Sains (Uji T Independen N-Gain)	160
Tabel 44. Hasil Uji Independent Sample T-Test Literasi Sains (N-Gain)	161
Tabel 45. Perhitungan Nilai Gain Minat Belajar	162
Tabel 46. Hasil Uji Normalitas Pretest Minat Belajar (Uji T Independen N-Gain)	163
Tabel 47. Hasil Uji Homogenitas Pretest Minat Belajar (Uji T Independen N-Gain)	163
Tabel 48. Hasil Uji T Independen Pretest Minat Belajar	164
Tabel 49. Hasil Uji T Independen Pretest Minat Belajar (Uji T Independen N-Gain)	164

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Diagram Tingkat Kemampuan Literasi Peserta Didik Menurut Guru ..	3
Gambar 2. Diagram Ketersediaan Sarana Laboratorium	4
Gambar 3. Tampilan Awal Construct 2	110
Gambar 4. Membuat Lembar Kerja Baru 1	111
Gambar 5. Membuat Lembar Kerja Baru 2	111
Gambar 6. Mengatur Ukuran Lembar Kerja	112
Gambar 7. Memasukkan Objek 1	112
Gambar 8. Memasukkan Objek 2	113
Gambar 9. Menambahkan Layer	114
Gambar 10. Menambahkan Behavior	115
Gambar 11. Mengubah Perlakuan Pada Menu Even Sheet	115
Gambar 12. Menguji Coba Proyek	116
Gambar 13. Mengekspor Proyek 1	116
Gambar 14. Mengekspor Proyek 2	117
Gambar 15. Peserta Didik Mengisi Angket Respon Pada Tahap Uji Lapangan Terbatas	126
Gambar 16. Peserta Didik Mengisi Angket Respon Pada Uji Lapangan Utama	130
Gambar 17. Perbandingan Nilai <i>Pretes-Posttest</i> Literasi Sains pada Kelas Kontrol dan Eksperimen	135
Gambar 18. Diagram Perbandingan Nilai <i>Pretes-Posttest</i> Minat Belajar Pada Kelas Kontrol dan Eksperimen	139
Gambar 19. Rekapitulasi Perbandingan Respon Guru pada Setiap Tahap Uji Coba	142
Gambar 20. Rekapitulasi Perbandingan Respon Peserta Didik pada Setiap Tahap Uji Coba	145
Gambar 21. Sebelum Revisi Sinkronisasi Warna	166
Gambar 22. Setelah Revisi Sinkronisasi Warna	166
Gambar 23. Sebelum Revisi Penambahan Informasi Pengembang	167
Gambar 24. Setelah Revisi Penambahan Informasi Pengembang	167
Gambar 25. Sebelum Revisi Penyesuaian <i>Background</i> dengan Keterangan	167
Gambar 26. Sebelum Revisi Penambahan Materi	168
Gambar 27. Setelah Revisi Penambahan Materi	169
Gambar 28. Sebelum Revisi Penambahan Gambar Pendukung	169
Gambar 29. Setelah Revisi Penambahan Gambar Pendukung	169
Gambar 30. Sebelum Revisi Penambahan Soal Latihan	170
Gambar 31. Setelah Revisi Penambahan Soal Latihan	170
Gambar 32. Sebelum Revisi Tata Tulis	171
Gambar 33. Setelah Revisi Tata Tulis	171

Gambar 34. Sebelum Revisi Huruf Kapital	171
Gambar 35. Setelah Revisi Huruf Kapital.....	171
Gambar 36. Sebelum Revisi Penambahan Jumlah Praktikum	172
Gambar 37. Setelah Revisi Penambahan Jumlah Praktikum	172
Gambar 38. Sebelum Revisi Ukuran Tulisan.....	173
Gambar 39. Setelah Revisi Ukuran Tulisan	173
Gambar 40. Sebelum Revisi Penambahan Elemen	174
Gambar 41. Setelah Revisi Penambahan Elemen	174
Gambar 42. Sebelum Revisi Penambahan Petunjuk	175
Gambar 43. Setelah Revisi Penambahan Petunjuk	175
Gambar 44. Sebelum Revisi Kerapian Aset.....	176
Gambar 45. Setelah Revisi Kerapian Aset.....	176



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Berita Acara Seminar Proposal Tesis	207
Lampiran 2. Surat Penunjukan Pembimbing Tesis	209
Lampiran 3. Surat Izin Penelitian.....	211
Lampiran 4. Surat Keterangan Telah Melaksanakan Penelitian	212
Lampiran 5. Kartu Bimbingan Tesis.....	213
Lampiran 6. Surat Permohonan Ahli Media	214
Lampiran 7. Surat Permohonan Ahli Materi.....	215
Lampiran 8. Surat Permohonan Ahli Bahasa	216
Lampiran 9. Surat Keterangan Validasi Instrumen.....	217
Lampiran 10. Surat Keterangan Validasi Media.....	218
Lampiran 11. Surat Keterangan Validasi Materi	219
Lampiran 12. Surat Keterangan Validasi Bahasa	220
Lampiran 13. Angket Penilaian Ahli Media	221
Lampiran 14. Angket Penilaian Ahli Materi.....	224
Lampiran 15. Angket Penilaian Ahli Bahasa.....	227
Lampiran 16. Angket Respon Guru	230
Lampiran 17. Angket Respon Peserta Didik.....	233
Lampiran 18. Angket Ketersediaan Sarana dan Prasarana Laboratorium IPA di Madrasah Ibtidaiyah atau Sekolah Dasar	234
Lampiran 19. Angket Kebutuhan Guru.....	235
Lampiran 20. Angket Kebutuhan Peserta Didik	238
Lampiran 21. Kisi-Kisi Soal Literasi Sains.....	239
Lampiran 22. Tes Literasi Sains.....	241
Lampiran 23. Kunci Jawaban dan Pembahasan Soal Literasi Sains	249
Lampiran 24. Angket Minat Belajar	260
Lampiran 25. Data Hasil Penilaian Ahli Media	263
Lampiran 26. Data Hasil Penilaian Ahli Materi.....	266
Lampiran 27. Data Hasil Penilaian Ahli Bahasa.....	269
Lampiran 28. Sampel Data Hasil Respon Guru	272
Lampiran 29. Rekapitulasi Data Hasil Respon Guru Pada Tahap Uji Lapangan Terbatas	281
Lampiran 30. Rekapitulasi Data Hasil Respon Guru Pada Tahap Uji Lapangan Utama	282
Lampiran 31. Rekapitulasi Data Hasil Respon Guru Pada Tahap Uji Lapangan Operasional	283
Lampiran 32. Sampel Data Hasil Respon Peserta Didik.....	284
Lampiran 33. Rekapitulasi Data Hasil Respon Peserta Didik Pada Tahap Uji Lapangan Terbatas	292

Lampiran 34. Rekapitulasi Data Hasil Respon Peserta Didik Pada Tahap Uji Lapangan Utama	293
Lampiran 35. Rekapitulasi Data Hasil Respon Peserta Didik Pada Tahap Uji Lapangan Operasional.....	297
Lampiran 36. Hasil Uji Validitas Instrumen Tes Literasi Sains	298
Lampiran 37. Hasil Uji Validitas Angket Minat Belajar	300
Lampiran 38. Hasil Uji Reliabilitas Instrumen Literasi Sains	302
Lampiran 39. Hasil Uji Reliabilitas Angket Minat Belajar.....	303
Lampiran 40. Hasil Uji Normalitas Data Literasi Sains (<i>Pretest</i>)	304
Lampiran 41. Hasil Uji Normalitas Data Literasi Sains (<i>Posttest</i>)	305
Lampiran 42. Hasil Uji Normalitas Data Minat Belajar (<i>Pretest</i>)	306
Lampiran 43. Hasil Uji Normalitas Data Minat Belajar (<i>Posttest</i>).....	307
Lampiran 44. Hasil Uji Homogenitas Data Literasi Sains (<i>Pretest</i>).....	308
Lampiran 45. Hasil Uji Homogenitas Data Literasi Sains (<i>Posttest</i>).....	309
Lampiran 46. Hasil Uji Homogenitas Data Minat Belajar (<i>Pretest</i>).....	310
Lampiran 47. Hasil Uji Homogenitas Data Minat Belajar (<i>Posttest</i>)	311
Lampiran 48. Hasil Uji Sampel Independen-T (<i>Independent Sample T-Test</i>) Literasi Sains	312
Lampiran 49. Hasil Uji Sampel Independen-T (<i>Independent Sample T-Test</i>) Minat Belajar	313
Lampiran 50. Data Hasil Pretest dan Posttest Literasi Sains Kelas Kontrol.....	314
Lampiran 51. Data Hasil <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Literasi Sains Kelas Eksperimen	315
Lampiran 52. Data Hasil <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Minat Belajar Kelas Kontrol.....	316
Lampiran 53. Data Hasil <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Minat Belajar Kelas Eksperimen	317
Lampiran 54. Hasil Perhitungan <i>N-Gain</i>	318
Lampiran 55. Rekapitulasi Data Hasil Uji Validitas Instrumen Literasi Sains...	320
Lampiran 56. Rekapitulasi Data Hasil Uji Validitas Instrumen Minat Belajar ..	321
Lampiran 57. Dokumentasi Penelitian	322
Lampiran 58. Produk <i>Virtual Laboratory</i>	327
Lampiran 59. <i>Manual Book Virtual Laboratory</i>	364
Lampiran 60. Sertifikat <i>TOEC</i>	384
Lampiran 61. Sertifikat <i>User Education</i>	385
Lampiran 62. Sertifikat <i>Field Study</i>	386
Lampiran 63. Sertifikat <i>ICT</i>	387
Lampiran 64. Sertifikat Training Laboratorium Multimedia Pembelajaran	388
Lampiran 65. Sertifikat Ketua Laboratorium Multimedia Pembelajaran FITK .	389
Lampiran 66. Sertifikat <i>Top Student Leadership Award</i>	390
Lampiran 67. Sertifikat Piagam Penghargaan Wisudawan S1 Dengan Pujian...	391
Lampiran 68. Sertifikat Kuliah Umum Sosialisasi Pembelajaran.....	392

Lampiran 69. Sertifikat <i>International Student Mobility Program</i> (Kuala Lumpur, Malaysia).....	393
Lampiran 70. Sertifikat <i>International Student Mobility Program</i> (Thailand)	394
Lampiran 71. Sertifikat <i>International Student Mobility Program</i> (Singapore) ..	395
Lampiran 72. Sertifikat <i>International Student Mobility Program</i> (Sekolah Indonesia Singapura).....	396
Lampiran 73. Sertifikat Peserta Seminar Literasi Sains.....	397
Lampiran 74. Sertifikat Pelatihan Literasi Digital	398
Lampiran 75. Ijazah Kursus Mahir Dasar (KMD)	399
Lampiran 76. Sertifikat HKI Pencipta Buku.....	400
Lampiran 77. Sertifikat Moderator Pelatihan Manajemen Referensi	401
Lampiran 78. Sertifikat Narasumber Pelatihan Manajemen Referensi.....	402
Lampiran 79. Sertifikat Narasumber - <i>Workshop</i> Media Pembelajaran - Meningkatkan Kualitas Tenaga Pendidik di Era Digital.....	403
Lampiran 80. Sertifikat Narasumber - <i>Workshop</i> Media Pembelajaran - Pemanfaatan Media Pembelajaran Sebagai Upaya Efektivitas Pembelajaran Serta Profesionalitas Pendidik.....	404
Lampiran 81. Sertifikat Narasumber <i>Workshop</i> Penggunaan Media Pembelajaran Bagi Guru di Sekolah Dasar.....	405
Lampiran 82. Sertifikat Panitia Cabang Lomba Inovasi Media Pembelajaran (Invitasi Pekan Pengembangan Bakat dan Minat Mahasiswa (IPPBM) VIII)....	406
Lampiran 83. Sertifikat Panitia Pelantikan Pengurus Pusat PD-PGMI Indonesia Periode 2023-2027	407
Lampiran 84. Daftar Riwayat Hidup.....	408

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Literasi sains menjadi sebuah hal yang perlu diperhatikan lebih, mengingat literasi sains adalah salah satu kemampuan yang perlu dimiliki oleh setiap peserta didik.² Literasi sains adalah kapasitas atau kemampuan seseorang untuk menggunakan pengetahuan ilmiah, untuk mengidentifikasi pertanyaan dan untuk menarik kesimpulan berdasarkan bukti ilmiah.³ Literasi sains berkaitan dengan pembelajaran ilmu pengetahuan alam (IPA) sehingga pembelajaran IPA di sekolah dirasa penting karena mampu mengembangkan *skill* dan *critical thinking* peserta didik dalam memahami fenomena alam serta mampu mendorong peserta didik menuju proses penemuan secara ilmiah.⁴ Keterampilan berpikir kritis juga perlu diterapkan dalam pembelajaran agar nantinya menghasilkan peserta didik yang kompeten dan terampil dalam memecahkan sebuah masalah.⁵

² Yuyu Yuliati, "Literasi Sains Dalam Pembelajaran IPA," *Jurnal Cakrawala Pendas* 3, no. 2 (1 Juli 2017), <https://doi.org/10.31949/jcp.v3i2.592>, hlm 2.

³ OECD, *PISA 2022: Programme for International Student Assessment - Laporan Nasional PISA Indonesia* (Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development, 2022); OECD, *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematics, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving* (Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development, 2017), https://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2015-assessment-and-analytical-framework_9789264281820-en.

⁴ Komang Sukarini dan Ida Bagus Surya Manuaba, "Video Animasi Pembelajaran Daring Pada Mata Pelajaran IPA Kelas VI Sekolah Dasar," *Jurnal Edutech Undiksha* 9, no. 1 (21 April 2021): 48–56, <https://doi.org/10.23887/jeu.v9i1.32347>, hlm. 49.

⁵ Wartono, Muhammad Nur Hudha, dan John Rafafy Batlolona, "How Are The Physics Critical Thinking Skills of The Students Taught by Using Inquiry-Discovery Through Empirical and Theoretical Overview?," *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education* 14, no. 2 (20 November 2017): 691–97, <https://doi.org/10.12973/ejmste/80632>, hlm. 691.

Tujuan penting di dalam pembelajaran IPA ialah bagaimana guru bisa melibatkan peserta didik dalam penelusuran ilmiah dengan mengintegrasikan pemahaman konsep serta keterampilan proses peserta didik.⁶ Hal ini dikarenakan pembelajaran IPA tidak hanya tentang penguasaan pemahaman konsep saja, namun juga proses penemuan yang berkaitan erat dengan keterampilan proses sains.⁷

Kemampuan literasi sains peserta didik di Indonesia masih terbilang rendah.⁸ Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan oleh PISA, tingkat literasi sains peserta didik di Indonesia masih di bawah rata-rata peserta didik dari negara lain. Berdasarkan hasil PISA tahun 2022, kemendikbudristek menegaskan bahwa peringkat Indonesia di PISA 2022 untuk literasi sains turun 13 poin meskipun Indonesia naik 6 posisi.⁹ Dilansir dari laman OECD, literasi sains negara Indonesia menduduki posisi ke 69.¹⁰ PISA atau *Programme for International Student Assessment* merupakan program evaluasi yang ditujukan melakukan penilaian kompetensi keahlian di berbagai negara salah satunya adalah penilaian literasi sains.¹¹

⁶ Fajri Basam, *Pembelajaran Literasi Sains: Tinjauan Teoretis dan Praktik*, 1 ed. (Yogyakarta: CV. Bintang Semesta Media, 2022), hlm. 5.

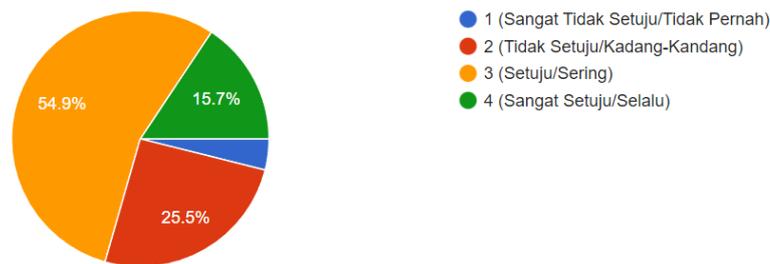
⁷ Jajang Bayu Kelana & Duhita Savira Wardani, *Model Pembelajaran IPA SD*, 1 ed. (Cirebon: Edutrimedia Indonesia, 2021), hlm. 1.

⁸ S E Pramono, S D W Prajanti, dan W Wibawanto, "Virtual Laboratory for Elementary Students," *Journal of Physics: Conference Series* 1387, no. 1 (1 November 2019): 012113, <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1387/1/012113>, hlm. 1-2.

⁹ Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi, "Pisa 2022 dan Pemulihan Pembelajaran di Indonesia" (Kemendikbudristek, 2022), hlm. 13.

¹⁰ *PISA 2022: Programme for International Student Assessment - Laporan Nasional PISA Indonesia*.

¹¹ OECD, *PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education*, PISA (OECD, 2023), <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>.



Gambar 1. Diagram Tingkat Kemampuan Literasi Peserta Didik Menurut Guru

Berdasarkan diagram tersebut merupakan diagram tingkat rendahnya literasi sains peserta didik di mana terlihat bahwa 54,9% guru menyatakan sangat setuju bahwa tingkat literasi sains peserta didik masih rendah, 15,7% guru menyatakan setuju, dan sisanya kurang setuju dan tidak setuju. Hal tersebut membuktikan bahwa guru juga menyadari tingkat literasi sains peserta didik masih rendah.

Salah satu kegiatan untuk meningkatkan keterampilan sains dalam pembelajaran IPA di sekolah adalah dengan melakukan praktikum. Praktikum sendiri memberikan pengalaman kepada peserta didik secara langsung untuk turut serta mengamati, menganalisis, dan menarik kesimpulan. Kegiatan praktikum juga melatih keterampilan mengukur, mentalitas, dan mengembangkan informasi.¹² Dalam melaksanakan kegiatan praktikum, idealnya guru mengajak peserta didik menuju sarana praktikum yakni laboratorium.¹³ Sayangnya, tidak semua sekolah dasar memiliki laboratorium.

¹² Juliana Pane, Indayana Febriani Tanjung, dan Reflina Reflina, "Pengembangan Laboratorium Virtual Pada Praktikum Uji Kandungan Urin Untuk Siswa Kelas XI SMA/MA," *Binomial* 6, no. 1 (28 Maret 2023): 29–39, <https://doi.org/10.46918/bn.v6i1.1606>, hlm. 30.

¹³ Adhy Kurnia Triatmaja, Muchlas Muchlas, dan Yoga Wardana, "Virtual Laboratorium Teknik Digital Berbasis Mobile Virtual Reality," *Jurnal Edukasi Elektro* 5, no. 1 (30 Mei 2021): 1–13, <https://doi.org/10.21831/jee.v5i1.38705>, hlm 3.

Guru yang tidak memiliki laboratorium melakukan praktikum dengan memanfaatkan ruang kelas, yang mana artinya tidak semua kegiatan pembelajaran praktikum dapat dilakukan di laboratorium karena alat dan bahan di laboratorium kurang memadai.¹⁴

Peneliti melakukan analisis kebutuhan dengan menyebar angket ketersediaan sarana dan prasarana laboratorium IPA di SD/MI dan angket kebutuhan guru. Angket disebar di sekolah dasar dan madrasah ibtidaiyah di wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta dan Jawa Tengah. Dari angket yang disebar, ada 51 responden dari 48 sekolah dasar dan madrasah ibtidaiyah dari berbagai kabupaten di wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta dan Jawa Tengah.



Gambar 2. Diagram Ketersediaan Sarana Laboratorium

Berdasarkan respon yang diterima sebagaimana dapat dilihat pada diagram di atas bahwa sekolah yang memiliki laboratorium IPA sendiri hanya 15,7% sementara sisanya tidak memiliki. Kemudian peneliti melakukan wawancara dengan guru kelas 4, diketahui bahwa guru yang tidak memiliki laboratorium

¹⁴ F. A. Monita dan J. Ikhsan, "Development Virtual Reality IPA (VR-IPA) Learning Media for Science Learning," *Journal of Physics: Conference Series* 1440, no. 1 (Januari 2020): 012103, <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1440/1/012103>, hlm. 1.

melakukan kegiatan praktikum IPA di dalam kelas dan di luar kelas. Peneliti menggali informasi lebih lanjut lagi dan berdasarkan hasil wawancara, guru yang memiliki laboratorium di sekolahnya juga tidak selalu melakukan praktikum IPA dengan memanfaatkan ruangan laboratorium. Hal ini dikarenakan beberapa kondisi yang memaksa praktikum IPA sebaiknya dilakukan di dalam kelas.

Pesatnya perkembangan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) melahirkan kecenderungan penggunaan multimedia berbasis komputer sebagai media pembelajaran di sekolah.¹⁵ Bahkan, sekolah-sekolah sudah menerapkan teknologi informasi dan komunikasi untuk meningkatkan kinerja guru dan pembelajaran peserta didik¹⁶ serta menerapkan penilaian berbasis komputer. Kemudian selain itu, kegiatan pembelajaran dengan memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi dapat menumbuhkan antusiasme peserta didik.¹⁷

Berdasarkan data yang diperoleh di lapangan, maka dirasa perlu dilakukan sebuah inovasi media yang bisa memfasilitasi peserta didik untuk meningkatkan literasi sains. Kemudian melihat fakta di lapangan akan kurangnya sarana dan prasarana laboratorium di sekolah, maka diperlukan pula sebuah media yang

¹⁵ S. Arianti, I. M. Astra, dan E. Budi, "Design of Virtual Physics Laboratory (VPL) on Collision Topic," *Journal of Physics: Conference Series* 2019, no. 1 (Oktober 2021): 012017, <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2019/1/012017>, hlm 2.

¹⁶ Pramana Anwas Panchadria, Arni Retno Mariana, dan Fitriatul Akidah, "Sistem Informasi Nilai Akademik Siswa Berbasis Web Di SDN Keroncong 3 Tangerang," *Academic Journal of Computer Science Research* 2, no. 1 (29 Januari 2020), <https://doi.org/10.38101/ajcsr.v2i1.271>, hlm. 30.

¹⁷ Yoga Catur Prasetyo dan Andi Prastowo, "Productivity and Independence of Madrasah Ibtidaiyah Students Through Integrated Learning with Information and Communication Technology/ Produktivitas Dan Kemandirian Siswa Madrasah Ibtidaiyah Melalui Pembelajaran Terintegrasi Dengan Teknologi Informasi," *Edulab : Majalah Ilmiah Laboratorium Pendidikan* 7, no. 1 (30 Juni 2022): 37–54, <https://doi.org/10.14421/edulab.2022.71.03>, hlm. 51.

dapat memfasilitasi guru maupun peserta didik untuk melaksanakan praktikum di luar laboratorium konvensional. Kemajuan teknologi mau tidak mau harus diimbangi oleh praktisi pendidikan karena tidak dipungkiri kemajuan teknologi masuk ke seluruh lapisan masyarakat termasuk dunia pendidikan. Inovasi dalam pembelajaran akan sangat erat kaitannya dengan perkembangan zaman yang melingkupinya.¹⁸ Untuk itu mengembangkan *virtual laboratory* yang sesuai dengan karakteristik peserta didik kelas 4 yang bisa dijalankan di perangkat komputer maupun *smartphone* adalah solusi yang tepat untuk mengatasi problematika di lapangan.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan hasil analisis pra-penelitian yang dilakukan, didapati bahwa terdapat beberapa problem yang terjadi dilapangan diantaranya adalah sebagai berikut.

1. Kurangnya Sarana dan Prasarana Laboratorium di Sekolah. Banyak sekolah, terutama yang berada di daerah terpencil atau dengan sumber daya terbatas, mengalami kesulitan dalam menyediakan sarana dan prasarana laboratorium fisika yang memadai.
2. Kemajuan Teknologi. Kemajuan teknologi yang cepat namun tidak diimbangi dengan inovasi guru dalam penggunaan media berbasis teknologi informasi dan komunikasi menyebabkan pembelajaran kurang dinamis

¹⁸ H Hernawan dkk., "Computer Game-Assisted Instructional Model For Teaching Science in Elementary School," *Journal of Physics: Conference Series* 1987, no. 1 (1 Juli 2021): 012011, <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1987/1/012011>, hlm. 1.

sehingga diperlukan sebuah inovasi media pembelajaran yang bisa memfasilitasi peserta didik di tengah kemajuan teknologi ini.

3. Penggunaan Teknologi yang Besar-besaran di Dunia Pendidikan. Adopsi teknologi dalam skala besar di dunia pendidikan dapat menimbulkan tantangan dalam pelatihan guru dan memastikan bahwa penggunaan teknologi berkontribusi positif pada proses pembelajaran.
4. Penggunaan Teknologi Informasi dan Komunikasi untuk Berbagai Keperluan Pendidikan. Teknologi informasi dan komunikasi (TIK) digunakan untuk berbagai keperluan pendidikan, dan integrasi yang baik diperlukan untuk memastikan keterkaitan antara *virtual laboratory* dengan elemen-elemen TIK lainnya. *Virtual laboratory* diharapkan dapat diintegrasikan dengan lancar dengan sistem TIK lainnya yang digunakan di sekolah, termasuk platform pembelajaran daring dan sistem manajemen pembelajaran.

Dengan mengidentifikasi dan memahami masalah-masalah ini, peneliti dapat merancang solusi yang efektif untuk mengembangkan *virtual laboratory* dalam konteks pendidikan yang dapat menjadi fasilitas menarik dalam pembelajaran.

C. Pembatasan Masalah

Asumsi pengembangan pengembangan produk *virtual laboratory* adalah sebagai berikut:

1. Guru dan peserta didik mampu menggunakan/mengoperasikan media pembelajaran *virtual laboratory* dengan baik.

2. Media pembelajaran *virtual laboratory* dapat meningkatkan literasi sains dan minat belajar peserta didik.
3. Aplikasi *virtual laboratory* dapat dikembangkan dengan memenuhi kriteria kelayakan dari para ahli.
4. Aplikasi *virtual laboratory* yang dikembangkan dikembangkan untuk jenjang pendidikan dasar kelas 4.
5. Materi yang dimuat dalam media dibatasi pada materi gaya kelas 4 atau pada fase B (Kurikulum Merdeka).
6. Aplikasi *virtual laboratory* dapat disebarluaskan untuk digunakan dalam pembelajaran di sekolah dasar/madrasah ibtidaiyah.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah dipaparkan, maka ditarik rumusan masalah sebagaimana berikut:

1. Bagaimanakah tahapan pengembangan *virtual laboratory* untuk meningkatkan literasi sains dan minat belajar peserta didik kelas 4 SD/MI?
2. Bagaimanakah kelayakan produk *virtual laboratory* ditinjau dari penilaian ahli media, ahli materi, ahli bahasa dan respon guru serta peserta didik?
3. Bagaimanakah efektivitas *virtual laboratory* untuk meningkatkan literasi sains peserta didik kelas 4 SD/MI?
4. Bagaimanakah efektivitas *virtual laboratory* untuk meningkatkan minat belajar peserta didik kelas 4 SD/MI?

E. Tujuan Pengembangan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah sebutkan, maka dituliskan tujuan pengembangan sebagaimana berikut:

1. Untuk mendeskripsikan tahapan pengembangan *virtual laboratory* untuk meningkatkan literasi sains dan minat belajar peserta didik kelas 4 SD/MI.
2. Untuk mengetahui kelayakan produk *virtual laboratory* ditinjau dari penilaian ahli media, ahli materi, ahli bahasa dan respon guru serta peserta didik.
3. Untuk mengetahui efektivitas *virtual laboratory* dalam meningkatkan literasi sains peserta didik kelas 4 SD/MI.
4. Untuk mengetahui efektivitas *virtual laboratory* dalam meningkatkan dan minat belajar peserta didik kelas 4 SD/MI.

F. Manfaat Pengembangan

1. Secara Teoritik

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dalam pembelajaran sains bagi pendidikan di Indonesia khususnya pada pendidikan dasar.

2. Secara Praktis

a. Untuk Guru

Hasil penelitian ini dapat menambah wawasan guru tentang kegiatan praktikum IPA secara virtual melalui produk *virtual laboratory* yang dihasilkan, memudahkan guru melakukan simulasi praktikum, serta

dapat digunakan sebagai media dalam proses pembelajaran untuk meningkatkan literasi sains peserta didik.

b. Untuk Peserta Didik

Memberikan fasilitas kepada peserta didik berupa media pembelajaran praktikum virtual, membantu peserta didik memahami materi pembelajaran yang terbilang abstrak, serta membantu peserta didik memahami materi praktikum sains pada beberapa materi praktikum sains.

c. Untuk Peneliti Lain

Menambah pengetahuan baru bagi peneliti lain mengenai pengembangan media pembelajaran praktikum virtual serta bahan kajian dalam ranah pengembangan media pembelajaran di bidang pendidikan.

G. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

Spesifikasi produk yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Produk *virtual laboratory* yang dihasilkan berupa aplikasi praktikum virtual untuk digunakan oleh guru dan peserta didik dalam pembelajaran dan Praktikum IPA.
2. Produk *virtual laboratory* merupakan aplikasi yang dikembangkan untuk memfasilitasi guru dalam proses praktikum virtual dan memfasilitasi peserta didik untuk meningkatkan literasi sains dan minat belajar.

3. Produk *virtual laboratory* merupakan jenis media pembelajaran interaktif berbantuan perangkat komputer.
4. Produk *virtual laboratory* memiliki format '.exe' yang mana aplikasi dapat dijalankan melalui perangkat komputer/laptop.
5. Produk *virtual laboratory* memiliki ukuran yang ringan yaitu 14 Mb dan tidak memakan banyak ruang penyimpanan.
6. Produk *virtual laboratory* dikembangkan dengan memanfaatkan software pengolah grafis dan *application developer*.
7. Software pengolah grafis yang digunakan adalah Adobe Photoshop dan CorelDrawX7.
8. Program pengembang aplikasi (*application developer*) yang digunakan untuk menghasilkan produk *virtual laboratory* adalah Construct 2.
9. Produk *virtual laboratory* dapat digunakan mandiri maupun berkelompok.
10. Produk *virtual laboratory* dapat digunakan kapanpun dan di manapun peserta didik mengoperasikannya dengan melalui komputer/laptop.
11. Terdapat tombol "Mulai" di halaman awal untuk menuju halaman menu utama *Virtual Laboratory*.
12. Halaman menu utama berisikan menu-menu seperti materi, capaian pembelajaran, soal latihan (evaluasi). Pada tampilan menu ini juga menampilkan ikon profil pengembang, ikon petunjuk penggunaan media dan ikon keluar aplikasi.

13. Halaman materi berisi lima submenu materi yang difokuskan pada materi bab gaya. Kelima menu materi tersebut yaitu gaya otot, gaya gesek, gaya magnet, gaya pegas, dan gaya gravitasi.
14. Pada setiap submenu praktikum disajikan materi dan tombol menu untuk menuju halaman praktikum keempat adalah halaman praktikum.
15. Halaman praktikum memuat praktikum sederhana terkait dengan sub bab materi gaya yang ada pada menu materi. Praktikum-praktikum tersebut antara lain praktikum gaya otot, gaya gesek, gaya magnet, gaya pegas, dan gaya gravitasi.
16. Halaman awal produk menampilkan tulisan “*Virtual Laboratory*” diikuti judul materi yaitu “Gaya (*Force*)”. Di bawahnya terdapat menu “Mulai” untuk menuju halaman utama *virtual laboratory*.
17. Halaman menu utama yang berisikan menu-menu seperti materi, capaian pembelajaran, soal latihan (evaluasi). Pada tampilan menu ini juga menampilkan ikon profil pengembang, ikon petunjuk penggunaan media dan ikon keluar aplikasi.
18. Pada halaman materi, berisi materi yang difokuskan pada materi bab gaya. Halaman gaya otot, merupakan halaman yang khusus menyajikan materi gaya otot. Pada halaman ini, disajikan materi gaya otot dan gambar-gambar contoh terkait gaya otot.
19. Pada halaman materi gaya, terdapat tombol untuk melihat contoh gaya otot dalam kehidupan sehari-hari melalui gambar-gambar yang disediakan.

Peserta didik dapat mengklik anak panah untuk melihat gambar satu per satu.

20. Pada menu materi gaya otot, terdapat tiga praktikum antara lain adalah praktikum gaya dapat menyebabkan benda bergerak, kedua adalah gaya dapat menyebabkan benda berubah bentuk, dan praktikum ketiga adalah mengamati proses benda berpindah tempat setelah diberi gaya.
21. Pada menu halaman gaya gesek, disajikan materi dan praktikum gaya gesek. Pada halaman ini, disajikan materi terkait dengan gaya gesek di mana peserta didik dapat menggeser halaman untuk melihat materi selanjutnya dengan mengklik tombol navigasi berupa anak panah. Pada halaman ini, disajikan pula tombol menuju halaman praktikum.
22. Pada praktikum gaya gesek pertama, peserta didik diminta menempatkan objek ke atas mobil dan mengamati perbedaan kecepatan mobil pada masing-masing objek
23. Pada praktikum gaya gesek kedua, peserta didik diminta untuk menuangkan oli pada gear 1 dan mengamati perubahan kecepatan putarannya. Peserta didik menuangkan oli dengan mengklik dan menggeser objek gambar jeriken ke arah gear 1 lalu melepaskan objek di atasnya.
24. Halaman gaya magnet menyajikan khusus materi dan praktikum terkait gaya magnet. Pada halaman ini, disajikan sebuah materi gaya magnet dan gambar sebagai contoh penerapan gaya magnet dalam kehidupan sehari-hari.
25. Praktikum gaya magnet pertama adalah gaya tarik menarik dan tolak menolak magnet dan yang kedua adalah gaya tarik magnet terhadap benda.

Pada praktikum pertama, disajikan dua buah magnet batang dengan kutub-kutubnya. Peserta didik diminta untuk menggerakkan magnet sebelah kanan dan mendekatkan ke arah magnet sebelah kiri. Kemudian peserta didik diminta mengamati apa yang terjadi ketika kutub magnet yang sama didekatkan dan kutub magnet yang berbeda didekatkan.

26. Praktikum gaya magnet kedua, peserta didik diminta mengarahkan magnet dengan cara mengeklik dan menggeser ke arah objek yang disediakan. Setelah itu peserta didik mengamati apa yang terjadi pada benda-benda yang didekatkan pada magnet.
27. Pada halaman gaya pegas, merupakan halaman yang menyajikan materi khusus gaya pegas yang menyajikan materi dan gambar sebagai contoh penggunaan gaya pegas dalam kehidupan sehari-hari. Pada praktikum gaya magnet ini, peserta didik diminta untuk melemparkan objek dengan ketapel. Kemudian peserta didik diminta mengamati dan menganalisis apa yang terjadi saat objek dilepaskan dari ketapel.
28. Pada halaman gaya gravitasi, merupakan halaman yang memuat khusus materi gaya gravitasi yang menyajikan gambar sebagai contoh gaya gravitasi dalam kehidupan sehari-hari. Pada halaman ini juga terdapat tombol menuju halaman praktikum gaya gravitasi. Di halaman praktikum, disediakan dua objek yaitu bulu dan batu bata. Peserta didik perlu meletakkan batu bata pada kotak yang disediakan di sebelah kanan kemudian bulu di kotak sebelah kiri. Ketika objek sudah berada di kotaknya, peserta didik kemudian mengeklik tombol “Mulai Praktikum” dan peserta

didik mengamati apayang terjadi pada keua benda tersebut saat dijatuhkan dengan waktu yang bersamaan.

29. Halaman keempat adalah halaman praktikum. Halaman ini memuat praktikum sederhana terkait dengan sub bab materi gaya yang ada pada menu materi.
30. Halaman keenam adalah halaman profil pengembang. Halaman ini menampilkan bidoata singkat dari peneliti. Halaman ini menyajikan informasi singkat mengenai pengembang produk seperti identitas nama, alamat, alamat email, dan riwayat pendidikan.
31. Halaman ketujuh adalah halaman petunjuk penggunaan media. Halaman ini menampilkan petunjuk praktis penggunaan media. Pada halaman ini, peserta didik dapat membaca petunjuk penggunaan atau petunjuk operasional penggunaan media.
32. Halaman latihan soal (evaluasi) memuat soal-soal yang terkait materi gaya dengan tipe soal pilihan ganda berjumlah sepuluh soal.
33. Pada halaman evaluasi, peserta didik dapat membaca soal dan menjawab pertanyaan dengan mengeklik pilihan jawaban yang disediakan. Peserta didik akan langsung melihat total skor akhir jawaban soal benar dan salah.
34. Pengoperasian media menggunakan tipe *drag & drop* dan *mouse click*.

H. Kajian Penelitian yang Relevan

Penelitian pengembangan yang dilakukan telah terlebih dahulu melakuakn studi pustaka terkait penelitian-penelitian terdahulu yang serupa dengan penelitian yang akan dilakukan. Hal ini dilakukan guna menghindari beberapa

kesamaan penelitian yang kiranya tidak perlu dan lebih baik mengangkat hal lain dalam penelitian untuk membuahakan keterbaharuan penelitian. Beberapa penelitian yang serupa terkait pengembangan *virtual laboratory* akan dipaparkan sebagaimana berikut.

1. Penelitian yang dilakukan oleh M. Fadilurrahman dalam tesisnya yang berjudul “Pengembangan Aplikasi *Virtual Laboratory* Berbantuan Android Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep IPA Materi Sistem Pernapasan Pada Manusia dan Keterampilan Proses Siswa Kelas V Sekolah Dasar di Kecamatan Kotagede”.¹⁹

Hasil penelitian yang dilakukan M.Fadilurrahman menunjukkan bahwa 1) aplikasi *Virtual Laboratory* berbantuan Android yang dihasilkan memenuhi kriteria kelayakan berdasarkan validasi dari dosen ahli media dan ahli materi, serta respon guru dan respon siswa dengan kategori layak; dan 2) aplikasi *Virtual Laboratory* berbantuan Android yang dihasilkan efektif untuk meningkatkan pemahaman konsep sistem pernapasan pada manusia dan keterampilan proses siswa pada uji-t dan uji MANOVA secara signifikan pada taraf signifikansi $< 0,05$.

Kesamaan penelitian yang dilakukan oleh M. Fadilurrahman dengan penelitian yang dilakukan adalah sama-sama mengembangkan aplikasi *virtual laboratory*. Kemudian persamaan selanjutnya adalah materi pembelajaran yang diangkat adalah sama-sama IPA karena media yang

¹⁹ M Fadilurrahman, “Pengembangan Aplikasi *Virtual Laboratory* Berbantuan Android Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep IPA Materi Sistem Pernapasan Pada Manusia dan Keterampilan Proses Siswa Kelas V Sekolah Dasar di Kecamatan Kotagede” (Yogyakarta, Universitas Negeri Yogyakarta, 2020).

dikembangkan adalah serupa yakni aplikasi *virtual laboratory*. Namun perbedaannya terdapat pada 1) materi pembelajaran yang diangkat dalam penelitian M. Fadilurrahman adalah materi IPA untuk jenjang kelas V, sementara peneliti mengangkat materi IPA untuk jenjang kelas IV.

2. Penelitian yang dilakukan oleh Diah Puji Lestari dalam tesisnya yang berjudul “Pengembangan Media *Virtual Laboratory* IPA Untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains dan Berpikir Kritis Peserta Didik SMP Pada Materi Energi Dalam Sistem Kehidupan”.²⁰

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Diah Puji Lestari menunjukkan bahwa (1) produk *virtual laboratory* IPA yang dikembangkan layak digunakan dalam pembelajaran IPA dengan kategori sangat baik. (2) produk *virtual laboratory* IPA efektif digunakan untuk meningkatkan kemampuan literasi sains dan berpikir kritis peserta didik dibandingkan dengan penggunaan demonstrasi. Namun, penggunaan *virtual laboratory* IPA dikombinasi dengan demonstrasi lebih efektif untuk meningkatkan kemampuan literasi sains dan berpikir kritis jika dibandingkan dengan penggunaan *virtual laboratory* IPA saja dan demonstrasi saja. (3) profil kemampuan peserta didik tertinggi yaitu pada kelas yang menggunakan *virtual laboratory* IPA dikombinasi dengan demonstrasi.

Kesamaan penelitian yang dilakukan oleh Diah Puji Lestari dengan penelitian yang dilakukan adalah sama-sama mengembangkan aplikasi

²⁰ Diah Puji Lestari, “Pengembangan Media *Virtual Laboratory* IPA Untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains dan Berpikir Kritis Peserta Didik SMP Pada Materi Energi Dalam Sistem Kehidupan” (Yogyakarta, Universitas Negeri Yogyakarta, 2020).

virtual laboratory. Perbedaannya terletak pada materi yang dikembangkan dan tujuan pengembangan media pembelajaran yang berbeda. Diah Puji Lestari membuat aplikasi *virtual laboratory* untuk jenjang sekolah menengah (SMP) sementara peneliti mengembangkan aplikasi *virtual laboratory* untuk jenjang sekolah dasar khususnya kelas IV.

3. Penelitian yang dilakukan oleh S.E. Pramono dkk dalam artikel yang diterbitkan di *Journal of Physics: Conference Series* dengan judul “*Virtual Laboratory for Elementary Students*”.²¹

Hasil penelitian yang dilakukan S.E. Pramono dkk menunjukkan bahwa Hasil pengujian bahwa pemanfaatan laboratorium virtual mampu meningkatkan keterampilan proses sains siswa. Siswa dapat bereksperimen dengan peralatan nyata, setelah menggunakan ilmuwan kecil VLab. Pengembangan selanjutnya perlu mempertimbangkan kurikulum IPA sekolah dasar dan uji lanjut untuk mengeksplorasi efektivitas penggunaan laboratorium virtual.

Kesamaan penelitian yang dilakukan adalah sama-sama mengembangkan aplikasi *virtual laboratory*, sementara Pramono dkk memaparkan bahwa diperlukan pengujian lebih lanjut terkait efektivitas penggunaan laboratorium virtual. Di sini lah peneliti mengisi celah kekosongan penelitian dengan mengembangkan aplikasi yang serupa dan menguji efektivitasannya.

²¹ Pramono, Prajanti, dan Wibawanto, “Virtual Laboratory for Elementary Students.”

4. Penelitian yang dilakukan oleh Fitria Suci Arista dan Heru Kuswanto dalam artikel yang diterbitkan di *International Journal of Instruction* dengan judul “*Virtual Physics Laboratory Application Based on the Android Smartphone to Improve Learning Independence and Conceptual Understanding*”.²²

Kesamaan penelitian yang dilakukan adalah sama-sama mengembangkan aplikasi *virtual laboratory*, namun Fitria dan Heru mengembangkan aplikasi *virtual laboratory* untuk jenjang sekolah menengah atas. Perbedaan juga terletak pada materi pembelajaran yang dimuat dalam aplikasi karena perbedaan jenjang pendidikan yang disasar. Selain perbedaan peruntukan jenjang sekolah, media pembelajaran yang dikembangkan memiliki kesamaan dalam prosedur pengembangannya yakni sama-sama mengadaptasi model pengembangan Borg and Gall. Dalam penelitian yang dilakukan Fitria dan Heru, aplikasi yang dikembangkan memenuhi kriteria baik dari penilaian ahli dan dapat meningkatkan kemandirian dan pemahaman konsep peserta didik.

5. Penelitian yang dilakukan oleh E. D. Jannati, dkk dalam artikel yang diterbitkan di *International Journal of Physics: Conference Series* dengan judul “*Virtual Laboratory Learning Media Development to Improve Science Literacy Skills of Mechanical Engineering Students on Basic Physics Concept of Material Measurement*”.²³

²² Fitria Suci Arista dan Heru Kuswanto, “Virtual Physics Laboratory Application Based on the Android Smartphone to Improve Learning Independence and Conceptual Understanding.” *International Journal of Instruction* 11, no. 1 (Januari 2018): 1–16.

²³ E. D. Jannati dkk., “Virtual Laboratory Learning Media Development to Improve Science Literacy Skills of Mechanical Engineering Students on Basic Physics Concept of Material

Hasil penelitian yang dilakukan oleh E. D. Jannati, dkk menunjukkan bahwa media pembelajaran *virtual laboratory* telah berhasil dikembangkan dengan memperoleh skor keterbacaan sebesar 78,5%. Persamaan penelitian yang dilakukan adalah sama-sama mengembangkan aplikasi *virtual laboratory*, namun bedanya, E. D. Jannati, dkk mengembangkan aplikasi untuk mahasiswa sementara peneliti mengembangkan *virtual laboratory* untuk peserta didik kelas 4 sekolah dasar/madrasah ibtdaiyah. Kesamaan lainnya adalah fokus penelitian mengarah pada efektivitas penggunaan aplikasi untuk meningkatkan literasi sains.

I. Landasan Teori

1. Media Pembelajaran

a. Pengertian Media Pembelajaran

Media dapat dianggap secara harfiah sebagai pengantar atau perantara. Kata Latin *medius*, yang berarti "tengah", "perantara", atau "pengantar", adalah akar kata "media", oleh karena itu dapat dikatakan bahwa media adalah sarana penyebaran pengetahuan.²⁴ Raharjo berpendapat bahwa media berfungsi sebagai wahana pesan yang ingin disampaikan oleh sumber kepada khalayak yang dituju.²⁵ Kemudian, media dalam bahasa Arab merupakan perantara atau sarana

Measurement," *Journal of Physics: Conference Series* 1013, no. 1 (Mei 2018): 012061, <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1013/1/012061>, hlm. 1.

²⁴ Djamarah and others, *Strategi Belajar Mengajar* (Jakarta: Rineka Cipta, 2006), hlm. 120.

²⁵ Kustadi, Cecep, and Sutjipto, *Media Pembelajaran: Manual Dan Digital* (Bogor: Ghalia Indonesia, 2011), hlm. 7.

penyampaian komunikasi dari pengirim kepada penerima.²⁶ Media pembelajaran menurut Daryanto adalah sarana perantara yang berfungsi sebagai alat dan sumber kegiatan pendidikan.²⁷

Media pembelajaran dalam sistem pembelajaran merupakan elemen yang sangat penting. Semua peralatan fisik (termasuk barang nyata, bahan tertulis, visual, audio, audio visual, multimedia, dan web) yang sengaja dirancang untuk menyebarkan pengetahuan dan menumbuhkan keterlibatan selama proses pembelajaran dapat juga disebut sebagai media pembelajaran. Media pembelajaran dipandang sebagai alat untuk mengatasi masalah dengan sistem pendidikan. Media pembelajaran melayani berbagai tujuan dalam membantu proses belajar mengajar. Agar media pembelajaran yang digunakan efektif, guru perlu memahami materi pembelajaran dan menentukan mana media yang cocok untuk digunakan dalam pembelajaran materi tersebut.²⁸

Fungsi Media pembelajaran khususnya media visual terdiri dari fungsi atensi, afektif, kognitif, dan kompensatoris.²⁹ (1) Fungsi atensi adalah untuk menarik perhatian siswa terhadap materi pelajaran yang berkaitan dengan visual yang menyertai teks materi pelajaran; (2) Fungsi afektif untuk membangkitkan emosi dan sikap siswa; (3) Fungsi kognitif media visual adalah memfasilitasi pencapaian tujuan untuk

²⁶ Azhar Arsyad, *Media Pembelajaran* (Surakarta: RajaGrafindo Persada, 2014), hlm. 3.

²⁷ Daryanto, *Media Pembelajaran* (Bandung: Satu Nusa, 2010), hlm 4.

²⁸ Supriyono Supriyono, "Pentingnya Media Pembelajaran Untuk Meningkatkan Minat Belajar Siswa SD," *EduStream: Jurnal Pendidikan Dasar* 2, no. 1 (2018): 43–48, <https://doi.org/10.26740/eds.v2n1.p43-48>, hlm. 45.

²⁹ Basyiruddin Usman, *Media Pembelajaran* (Jakarta: Ciputat Pers, 2002), hlm. 67.

memahami dan mengingat informasi atau pesan yang terkandung dalam gambar; (4) Fungsi kompensasi untuk mengakomodasi fungsi kognitif media visual.

b. Jenis-Jenis Media Pembelajaran

Media pembelajaran merupakan sebuah alat transfer materi yang memiliki berbagai jenis. Nunuk Suryani, dkk membaginya menjadi lima jenis media, yakni media berbasis manusia, media berbasis cetakan, media berbasis visual, media berbasis audio visual, dan media berbasis komputer.³⁰

1) Media Berbasis Manusia

Media berbasis manusia ini dikatakan sebagai media tertua karena alat transfer materi yang digunakan adalah orang secara langsung terlibat dalam proses pembelajaran. Media pembelajaran berbasis manusia dapat mengarahkan serta mempengaruhi proses pembelajaran melalui eksplorasi terbimbing. Manusia sebagai instruktur atau dikatakan tokoh utama dalam media pembelajaran ini lebih bisa memahami kondisi dan psikologis peserta didik dibandingkan dengan media pembelajaran lain. Salah satu faktor terpenting dalam menggunakan media pembelajaran berbasis manusia adalah rancangan pelajaran yang lebih interaktif.

³⁰ Nunuk Suryani, Achmad Setiawan, dan Aditin Putra, *Media Pembelajaran Inovatif dan Pengembangannya*, 1 ed. (Bandung: PT Remaja Rosdakarya, 2018), hlm. 24.

2) Media Berbasis Cetakan

Media pembelajaran berbasis cetak merupakan media pembelajaran yang sering ditemui di dunia pendidikan. Salah satu contoh media pembelajaran berbasis cetakan adalah buku teks, majalah, buku panduan dan lain-lain. Media pembelajaran cetak memiliki berbagai keunggulan diantaranya adalah (1) mampu menyajikan informasi dalam jumlah yang banyak, (2) materi pembelajaran dapat dipelajari sesuai dengan kebutuhan, minat dan kemampuan peserta didik dalam memahami materi pembelajaran, (3) mudah dibawa dan digunakan di mana dan kapan saja, (4) menarik karena dilengkapi dengan gambar dan warna, dan (5) mudah dilakukan revisi.

Meskipun demikian media pembelajaran cetak juga memiliki kekurangan diantaranya adalah (1) proses pembuatannya yang membutuhkan waktu tidak singkat, (2) dapat menutunkan minat belajar siswa karena tercetak dengan bahan yang tebal, dan (3) rawan terjadinya kerusakan fisik, seperti basah, robek, dan rusak.

3) Media Berbasis Visual

Media pembelajaran berbasis visual tidak berbeda jauh dengan media pembelajaran berbasis cetakan. Media visual merupakan media komunikasi satu arah yang reseptif, statis, dan berorientasi pada peserta didik.³¹ Media pembelajaran visual

³¹ Suryani, Setiawan, dan Putria, hlm 4.

merupakan media pembelajaran yang dibuat dan digunakan melalui indera penglihatan dengan tujuan agar peserta didik lebih mudah memahami konsep dan materi pembelajaran.³² Media pembelajaran berbasis visual efektif digunakan pada kondisi pembelajaran daring maupun luring.³³

Media pembelajaran berbasis visual memiliki berbagai kelebihan diantaranya (1) menyajikan gambar sebagai pengalaman nyata sehingga lebih menarik, (2) materi lebih mudah diingat dengan penggunaan grafik, *mind map*, dan singkatam, (3) memperlancar dan memperkuat ingatan peserta didik, dan (4) menumbuhkan minat peserta didik dengan menghubungkan materi pembelajaran dengan pengalaman nyata melalui gambar yang disajikan. Namun demikian, media visual juga tidak luput dari kekurangan, diantaranya (1) peserta didik dapat mengalami kesulitan jika ia bermasalah dengan indera penglihatannya, (2) peserta didik sulit memahami sebuah gambar yang disajikan jika gambar tersebut tidak jelas, tidak ada keterangan tambahan, dan tidak sesuai dengan bentuk maupun ukuran aslinya, dan (4) membutuhkan waktu yang lama untuk pembuatannya.

³² Yonathan Hae, Year Rezeki Patricia Tantu, dan Widiastuti Widiastuti, "Penerapan Media Pembelajaran Visual Dalam Membangun Motivasi Belajar Siswa Sekolah Dasar," *EDUKATIF: Jurnal Ilmu Pendidikan* 3, no. 4 (28 Mei 2021): 1177–84, <https://doi.org/10.31004/edukatif.v3i4.522>, hlm 1179.

³³ Tenty Analicia dan Relsas Yogica, "Media Pembelajaran Visual Menggunakan Canva Pada Materi Sistem Gerak," *Jurnal Edutech Undiksha* 9, no. 2 (5 Desember 2021): 260–66, <https://doi.org/10.23887/jeu.v9i2.38604>, hlm. 2.

4) Media Berbasis Audio Visual

Media pembelajaran audio-visual merupakan seperangkat alat yang mampu memproyeksikan gambar dan suara untuk meningkatkan pengalaman belajar peserta didik melalui stimulasi indera pendengaran dan indera pengelihatan.³⁴ Media pembelajaran audio visual memanfaatkan perangkat keras seperti proyektor dan *tape recorder*.

Nunuk Suryani, dkk menyebutkan kelebihan media pembelajaran berbasis audio-visual sebagai berikut:³⁵

- a) Lebih efektif karena mampu mawadahi peserta didik dengan gaya belajar peserta didik yang visual maupun auditif.
- b) Dapat memberikan pengalaman nyata
- c) Memercepat pemahaman peserta didik melalui materi pembelajaran yang dilihat sambil didengarkan sehingga peserta didik tidak hanya membayangkan.
- d) Lebih menarik dan menyenangkan

³⁴ M. Pikoli dan A. Lukum, "Development of Audio-Visual Learning Media Integrating Character Education in Chemistry Learning to Facilitate Conceptual Change and Character Strengthening of High School Students," *Journal of Physics: Conference Series* 1968, no. 1 (Juli 2021): 012007, <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1968/1/012007>, hlm. 1-2.

³⁵ Suryani, Setiawan, dan Putria, *Media Pembelajaran Inovatif dan Pengembangannya*, hlm. 87.

Sementara kekurangan media pembelajaran berbasis audio-visual adalah sebagai berikut.

- a) Memerlukan waktu yang lama untuk pembuatannya
 - b) Membutuhkan keterampilan dan ketelitian dalam pembuatannya
 - c) Membutuhkan biaya yang tidak murah
 - d) Sulit dibuat ketika tidak ada alat pembuatan yang memadai
- 5) Media Berbasis Komputer

Pada industri komputer, multimedia merupakan istilah yang digunakan untuk menggambarkan interaksi antara indera pendengaran dan indera pengelihatian manusia dengan komputer.³⁶ Menurut Arsyad dalam Nunuk Suryani dkk, simulasi pada komputer bisa memberikan kesempatan belajar secara dinamis, interaktif, dan perorangan.³⁷

Komputer memiliki dua peran dalam kegiatan pembelajaran yakni sebagai manajer dalam pembelajaran atau yang dikenal dengan *Computer-Managed Instruction* (CMI) dan yang kedua sebagai pembantu tambahan dalam belajar atau yang dikenal dengan *Computer Assisted-Instruction* (CAI). Media CAI merupakan media interaktif yang dapat meningkatkan interaksi siswa, dapat merangsang pikiran, perasaan, minat, dan perhatian siswa

³⁶ Muh Tawil dan Ahmad Dahlan, "Application of Interactive Audio Visual Media to Improve Students' Creative Thinking Skill," *Journal of Physics: Conference Series* 1752, no. 1 (Februari 2021): 012076, <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1752/1/012076>, hm. 124.

³⁷ Suryani, Setiawan, dan Putria, *Media Pembelajaran Inovatif dan Pengembangannya*, hlm, 89.

sedemikian rupa.³⁸ CAI ini mendukung pembelajarandan pelatihan dan pembelajaran namun bukanlah sebuah penyamai utama materi pembelajaran.³⁹

c. Kriteria Pemilihan Media Pembelajaran

Media pembelajaran berfungsi sebagai perantara bagi guru untuk membantu penyebaran materi pembelajaran sehingga peserta didik dapat memahaminya dengan mudah. Media pembelajaran harus disesuaikan dengan tuntutan atau kebutuhan karena media pembelajaran sendiri hadir dalam berbagai bentuk. Dalam memilih media ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan, antara lain sebagai berikut:⁴⁰

- 1) Media yang dipilih harus melengkapi dan sejalan dengan tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan. Pembuatan media perlu memperhatikan masalah tujuan pembelajaran.
- 2) Pemilihan media dikatakan dipengaruhi oleh faktor material. Efek pembelajaran siswa akan bergantung pada apakah media yang digunakan dan kontennya sesuai.
- 3) Guru benar-benar mempertimbangkan seberapa baik peserta didik mereka mempelajari mata pelajaran sambil memilih media yang sesuai untuk kelompok usia mereka.

³⁸ Gulmah Sugiharti, "Improve Outcomes Study Subjects Chemistry Teaching and Learning Strategies Through Independent Study with the Help of Computer-Based Media," *Journal of Physics: Conference Series* 970, no. 1 (Maret 2018): 012018, <https://doi.org/10.1088/1742-6596/970/1/012018>, hlm 1.

³⁹ Azhar Arsyad, *Media Pembelajaran*, 21 ed. (Depok: PT Raja Grafindo Persada, 2019), hlm. 93.

⁴⁰ Usman, *Media Pembelajaran*, hlm. 46.

- 4) Guru harus memperhitungkan fakta bahwa sumber daya media yang tersedia di sekolah memungkinkan mereka untuk membuat bahan ajar sendiri.
- 5) Media yang dipilih harus mampu menggambarkan dengan tepat dan persuasif apa yang akan dikomunikasikan instruktur kepada siswa.
- 6) Pengeluaran yang terkait dengan penggunaan media harus ditimbang terhadap hasil yang diharapkan.

2. Literasi Sains

Menurut PISA, Literasi sains didefinisikan sebagai kemampuan individu untuk mencurahkan perhatian pada topik-topik yang terkait sains dan gagasan-gagasan sains sebagai wujud refleksi individu. Seseorang yang melek secara sains akan selalu mencurahkan perhatian pada perdebatan logis mengenai sains dan teknologi yang membutuhkan kompetensi untuk menjelaskan sebuah fenomena secara ilmiah, mengevaluasi, dan merancang pertanyaan-pertanyaan ilmiah, serta menafsirkan data dan bukti secara ilmiah pula. Penilaian PISA bukan sekedar memastikan apakah siswa menjelang akhir wajib belajar dapat mereproduksi apa yang mereka miliki terpelajar; mereka juga memeriksa seberapa baik siswa dapat memperkirakan apa yang telah mereka pelajari dan menerapkan pengetahuan mereka.⁴¹

dalam lingkungan yang asing, baik di dalam maupun di luar sekolah.

⁴¹ OECD, *PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education*, PISA (OECD, 2023), <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>, hlm 38.

Tujuan PISA terkait literasi sains mengacu pada: 1) Pengetahuan ilmiah dan penggunaan pengetahuan tersebut untuk mengidentifikasi pertanyaan, memperoleh pengetahuan baru, menjelaskan fenomena ilmiah, dan menarik kesimpulan berbasis bukti tentang isu-isu terkait sains. 2) Memahami ciri-ciri khas sains sebagai bentuk pengetahuan dan penyelidikan manusia. 3) Kesadaran tentang bagaimana sains dan teknologi membentuk lingkungan material, intelektual, dan budaya kita. Kesiapan untuk terlibat dalam isu-isu terkait sains, dan dengan gagasan sains, sebagai warga negara yang reflektif.”⁴²

Sains merupakan pengetahuan yang memperelajari, menjelaskan, dan menginvestigasi fenomena alam dengan segala aspeknya yang bersifat empiris. ⁴³ Sains adalah upaya sistematis untuk menghasilkan, mengembangkan, dan mengatur informasi untuk memahami alam semesta. Sains ada untuk membentuk sikap, tindakan, dan karakter manusia sehingga dia akan menjaga dirinya sendiri, masyarakat, dan alam sekitarnya. Tujuan utama pendidikan sains adalah untuk mengembangkan individu yang peka ilmiah di mana salah satu komponen penting literasi sains adalah kesadaran akan hakikat sains.⁴⁴

Pembelajaran sains bukan untuk mencetak sejarawan atau filsuf sains, akan tetapi lebih kepada bagaimana mereka bisa membuat berbagai

⁴² OECD, hlm 18.

⁴³ Sitiatava Rizema Putra, *Desain Belajar Mengajar Kreatif Berbasis Sains*, 1 ed. (Yogyakarta: DIVA Press, 2013) hlm. 51.

⁴⁴ Ijlat Ocak, “The Relationship between Teacher Candidates’ Views of the Nature of Science and Their Problem Solving Skills,” *International Journal of Instruction* 11, no. 3 (25 Juli 2018): 419–32, <https://doi.org/10.12973/iji.2018.11329a>, hlm. 420.

pertimbangan pada nilai pengetahuan yang dihasilkan sains dan cara untuk mengetahuinya. Yunus Abidin, dkk menyebutkan bahwa hakikat sains merujuk pada tiga unsur utama, yakni produk sains, proses sains, dan sikap sains.⁴⁵

a. Sains Sebagai Sebuah Produk

Kajian keilmuan di dalam sains sebagai sebuah produk terangkai dalam bentuk fakta, konsep, prinsip, teori, dan hukum. Secara hirarki, fakta berada pada tingkatan terendah dan yang paling tingginya adalah hukum. Fakta merupakan pernyataan atau kondisi tentang suatu objek atau benda benar-benar terjadi. Fakta dalam tataran praktis tidak dibuktikan melainkan diuji secara ilmiah agar nantinya tidak mengarah pada hal yang sifatnya non-ilmiah. Contoh fakta dalam sains adalah air mendidih pada suhu 100 derajat celcius, harimau adalah hewan pemakan daging, dan sebagainya.

Kajian keilmuan selanjutnya setelah fakta adalah konsep. Konsep merupakan kumpulan fakta yang saling terikat dan saling berhubungan.⁴⁶ Kumpulan fakta tidak semuanya dapat dikatakan sebagai konsep karena salah satu sifat konsep adalah dapat dianalisis melalui analisis konsep. Contoh konsep dalam sains adalah konsep gaya, konsep energi, dan sebagainya.

⁴⁵ Yunus Abidin, Tita Mulyati, dan Hana Yunansah, *Pembelajaran Literasi: Strategi Meningkatkan Kemampuan Literasi Matematika, Sains, Membaca dan Menulis*, 2 ed. (Jakarta: Bumi Aksara, 2018), hlm. 65.

⁴⁶ Abidin, Mulyati, dan Yunansah, hlm. 66-70.

Tataran berikutnya adalah setelah konsep adalah prinsip. Prinsip merupakan kumpulan dari beberapa konsep yang berisi generalisasi hubungan antar konsep. Prinsip ini bersifat dapat dianalisis menggunakan metode atau teknik tertentu dengan kebenaran relatif.

Tataran kajian keilmuan dalam sains sebagai sebuah produk adalah teori. Teori merupakan model atau gambaran dari para ilmuwan untuk menggambarkan serta menjelaskan fenomena alam. Teori ini bersifat tentatif yang artinya jika ditemukannya teori baru berdasarkan observasi atau eksperimen maka teori yang lama dianggap gugur. Contoh teori adalah teori meteorologi.⁴⁷

Tataran tertinggi dalam kejian keilmuan sains sebagai sebuah produk adalah hukum. Hukum ialah prinsip yang sudah diterima secara luas. Menurut Toharudin dalam Yunus Abidin, dkk, hukum dalam sains meliputi (1) pernyataan, (2) menyatakan atau menjelaskan suatu fakta atau gejala alam, (3) telah teruji kebenarannya melalui berbagai eksperimen, (4) dapat menerangkan seluruh gejala alam yang terlingkupi, dan (5) berlaku dalam kondisi-kondisi yang terpenuhi.⁴⁸

b. Sains Sebagai Sebuah Proses

Sains sebagai sebuah proses berhubungan dengan bagaimana para ilmuwan dapat menemukan fakta dan data sebagai produk sains. Produk sains ini diperoleh melalui serangkaian metode ilmiah di mana

⁴⁷ Abidin, Mulyati, dan Yunansah, hlm. 66-70.

⁴⁸ Abidin, Mulyati, dan Yunansah, hlm 74.

pelaksanaannya memerlukan sebuah keterampilan proses sains. Menurut Gega, keterampilan proses yang dapat dikembangkan adalah (1) pengamatan (*observing*), (2) pengklasifikasian (*classifying*), (3) pengukuran (*measuring*), (4) pengkomunikasian (*communicating*), (5) inferensi (*inferring*), dan percobaan (*experimenting*).⁴⁹

c. Sains Dalam Membentuk Sikap Ilmiah

Sikap ilmiah merupakan sikap positif yang terbentuk melalui metode ilmiah yang sistematis dalam memperoleh produk sains. Beberapa sikap ilmiah yang dapat dibangun dalam pembelajaran sains adalah jujur, rasa ingin tahu, toleran, terbuka, tekun, optimis, berani, skeptis, dan mau berkerjasama.

Sikap-sikap ilmiah tidak dapat dibentuk dalam waktu sekejap karena perkembangannya adalah sejalan dengan dikembangkannya keterampilan proses sains peserta didik. Sikap ilmiah ini menjadi komponen penting yang berpengaruh terhadap hasil belajar IPA peserta didik.⁵⁰ Sikap dikatakan sebagai ekspresi nilai dari seseorang.⁵¹

⁴⁹ Peter C. Gega, *Science in Elementary Education*, 4 ed. (New York: John Wiley and Sons, 1982).

⁵⁰ Aprilia Eki Saputri dan Nana Djumhana, "Keterampilan Proses Sains dan Sikap Ilmiah Mahasiswa PGSD dalam Belajar Ilmu Pengetahuan Alam (IPA)," *DWIJA CENDEKIA: Jurnal Riset Pedagogik* 4, no. 1 (1 Agustus 2020): 35–43, <https://doi.org/10.20961/jdc.v4i1.36019>, hlm 39.

⁵¹ Nur Khoiri, "Efektivitas Strategi Pembelajaran Inkuiri Terhadap Sikap Ilmiah Dan Keterampilan Proses Sains," *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika* 12, no. 1 (27 Agustus 2021): 72–77, <https://doi.org/10.26877/jp2f.v12i1.8313>, hlm. 73.

Literasi sains menjadi salah satu keterampilan yang diperlukan terlebih di abad 21 untuk peserta didik mengaplikasikan sains.⁵² Membangun literasi sains adalah membangun berbagai kompetensi yang diperlukan peserta didik. Bagian terpentingnya adalah bagaimana fakta-fakta dapat membentuk keterampilan sains dalam proses pembelajaran. Literasi sains menjadi bagian untuk membentuk peserta didik yang aktif dan partisipatif mengenai isu-isu atau fenomena alam di sekitarnya.

Memahami dan menggunakan informasi ilmiah yang sejalan dengan teori-teori ilmiah memerlukan literasi sains. Literasi sains juga dapat diartikan sebagai memiliki kesadaran diri dan kepekaan yang kuat terhadap diri sendiri dan lingkungannya, serta mampu mengkomunikasikan sains, menerapkan sains untuk memecahkan masalah, dan mengambil keputusan berdasarkan pertimbangan ilmiah.

Sebuah langkah untuk menggunakan sains dan pengetahuannya sebagai alat pengambilan keputusan untuk setiap masalah yang ada adalah literasi sains. Kemampuan memahami sains, mengkomunikasikan sains, menerapkan sains untuk memecahkan masalah, dan menjunjung tinggi diri dan lingkungannya merupakan contoh literasi sains. Ini juga mengacu pada kapasitas untuk membuat keputusan berdasarkan pertimbangan ilmiah.

PISA (2015) merumuskan empat domain dalam penilaian literasi sains yakni konteks, kompetensi, konten (pengetahuan) dan sikap. Asesmen

⁵² I. Ketut Suparya, I. Wayan Suastra, dan Ida Bagus Putu Arnyana, "Rendahnya Literasi Sains: Faktor Penyebab Dan Alternatif Solusinya," *Jurnal Ilmiah Pendidikan Citra Bakti* 9, no. 1 (25 Maret 2022): 153–66, <https://doi.org/10.38048/jipcb.v9i1.580>, hlm. 154.

literasi sains PISA tidak menilai konteks, melainkan menilai kompetensi, pengetahuan, dan sikap yang berhubungan dengan konteks (OECD, 2017).⁵³ Domain aspek literasi sains menurut PISA (2015) yang saling berkaitan meliputi:

a. Konteks

Domain konteks merupakan situasi yang berhubungan dengan penerapan sains dalam kehidupan sehari-hari. Domain konteks mencakup pengetahuan individu, lokal, dan global yang berkaitan dengan informasi lama dan terkini yang menuntut beberapa pemahaman teknologi atau IPTEK.

b. Konten (Pengetahuan)

Domain konten ini memerlukan pemahaman substansi, prosedur, dan epistemologi sains. Pengetahuan tentang fakta, konsep, hipotesis, dan gagasan yang didefinisikan secara ilmiah tentang alam semesta disebut sebagai pengetahuan konten. Pada dasarnya, pengetahuan konseptual dan penelitian empiris terkait dengan pengetahuan prosedural. menjelaskan keahlian ilmiah, termasuk pengukuran berulang untuk mengurangi kesalahan dan ketidakpastian, menggunakan variabel kontrol, dan mengikuti protokol yang ditetapkan untuk mempresentasikan dan berbagi temuan. Memahami tujuan dan pentingnya pertanyaan, pengamatan, ide, hipotesis, model, argumen,

⁵³ OECD, *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework*, hlm. 5.

dan banyak jenis penelitian ilmiah adalah bagian dari pengetahuan epistemik.

c. Kompetensi

Domain literasi pada ranah kompetensi meliputi (1) penjelasan fenomena secara ilmiah, (2) desain dan evaluasi penelitian secara ilmiah, dan (3) penyajian data secara ilmiah.⁵⁴

d. Sikap

Kategori sikap meliputi sikap seseorang terhadap hal-hal ilmiah. Topik ini mencakup rasa ingin tahu dalam sains, nilai metode ilmiah jika sesuai, pemahaman tentang tantangan lingkungan, dan kepedulian terhadapnya. Keingintahuan tentang sains dan isu-isunya, keinginan untuk mempelajari lebih banyak pengetahuan dan teknik ilmiah menggunakan berbagai alat dan teknik, dan keinginan untuk mengejar karir di bidang sains adalah contoh memiliki minat pada sains. Jika berlaku, menghargai atau menghormati metode ilmiah memerlukan penggunaan bukti sebagai landasan yang dapat diandalkan untuk penjelasan dunia material, mengadopsi metode penyelidikan ilmiah, dan menghargai kritik sebagai alat untuk menentukan kebenaran gagasan. Sikap-sikap akan sains sangat penting dalam keputusan peserta didik untuk mengembangkan pengetahuan sains lebih lanjut, mengejar karir

⁵⁴ PISA 2018: *Programme for International Student Assessment - Laporan Nasional PISA Indonesia*, hlm 89.

dalam sains, serta mengimplementasikan konsep dan metode ilmiah di dalam kehidupannya.⁵⁵

Di dalam kerangka kerja PISA 2018, dijelaskan bahwasannya jenis pengetahuan literasi sains terbagi menjadi tiga, yaitu pengetahuan konten, pengetahuan prosedural, dan pengetahuan epistemik.

a. Pengetahuan Konten

Pengetahuan konten adalah pengetahuan mengenai fakta, ide, konsep, dan teori tentang alam semesta. Aspek pengetahuan ini menilai pemahaman peserta didik tentang detail fakta-fakta, ide, dan teori yang membentuk dasar sains.⁵⁶

b. Pengetahuan Prosedural

Pengetahuan prosedural diperlukan untuk menjelaskan apa yang dimaksud dengan strategi pengendalian variabel. Pengetahuan prosedural digunakan untuk mengetahui ide dan teknik yang penting untuk mengumpulkan, menganalisis, dan menafsirkan data ilmiah untuk menjelaskan kejadian di dunia fisik.⁵⁷

c. Pengetahuan Epistemik

Pengetahuan epistemik adalah pengetahuan mengenai konstruksi serta ciri-ciri pendefinisian yang penting untuk proses pembangunan

⁵⁵ Laila Azwani Panjaitan, *Pengembangan Literasi Sains di Sekolah* (Bogor: GUEPEDIA, 2019), hlm 59.

⁵⁶ Andi Pratiwi Irwan, "Analisis Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik Ditinjau Dari Kemampuan Menyelesaikan Soal Fisika Di Sman 2 Bulukumba," *Jurnal Sains Dan Pendidikan Fisika* 15, no. 3 (2019): 319149, <https://doi.org/10.35580/jspf.v15i3.13494>, hlm 18.

⁵⁷ Thea Amira Vashti, Hairida Hairida, dan Lukman Hadi, "Deskripsi Kemampuan Literasi Sains Siswa Mata Pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam," *EduChem* 1, no. 2 (27 September 2021), <https://doi.org/10.26418/educhem.v1i2.41108>, hlm. 45.

pengetahuan dalam sains misalnya hipotesis, teori dan observasi. Peserta didik menggunakan pengetahuan epistemik untuk menjelaskan disertai contoh perbedaan antara teori ilmiah dan hipotesis atau antara fakta ilmiah dengan observasi. Pengetahuan epistemik ini diperlukan untuk menjelaskan mengapa penggunaan strategi pengendalian variabel dalam pengetahuan prosedural sangat penting untuk membangun pengetahuan ilmiah.⁵⁸

Berdasarkan hal tersebut, diketahui bahwa pembelajaran berbasis literasi sains tidak hanya memahami sains itu sendiri, namun juga tentang bagaimana sains bisa menjadi wadah untuk memahami dan mengambil kebutuhan untuk solusi-solusi permasalahan di alam sekitar. Peserta didik tidak hanya sebatas mengetahui konsep namun juga bagaimana konsep itu dapat diimplementasikan pada permasalahan atau isu-isu terkait sains di kehidupan.

Sejalan dengan hal tersebut, hal yang harus dimiliki oleh peserta didik supaya menjadi pribadi yang melek sains perlu memiliki beberapa kompetensi untuk terlibat dalam wacana yang bernalar dengan sains dan teknologi. Rumusan kompetensi literasi sains menurut PISA 2015 dan 2018 adalah (1) Menjelaskan fenomena secara ilmiah, (2) Mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah, dan (3) menginterpretasi data dan fakta secara ilmiah.⁵⁹

⁵⁸ Abidin, Mulyati, dan Yunansah, *Pembelajaran Literasi: Strategi Meningkatkan Kemampuan Literasi Matematika, Sains, Membaca dan Menulis*, hlm. 86.

⁵⁹ PISA 2018: *Programme for International Student Assessment - Laporan Nasional PISA Indonesia*, hlm. 99.

a. Menjelaskan fenomena secara ilmiah

Kompetensi untuk menjelaskan fenomena ilmiah dan teknologi bergantung pada pengetahuan rentang penjelasan ide-ide utama ilmu pengetahuan. Menjelaskan fenomena ilmiah membutuhkan lebih dari sekedar kemampuan mengingat dan menggunakan teori-teori, ide, fakta, dan informasi. Menjelaskan fenomena ilmiah juga membutuhkan pemahaman mengenai bagaimana pengetahuan ilmiah tersebut diturunkan.

b. Mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah

Literasi saintifik memaksa peserta didik memahami tujuan penyelidikan ilmiah, yaitu guna menghasilkan pengetahuan yang andal mengenai alam semesta. Dalam kompetensi mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah ini, peserta didik harus bisa memiliki kemampuan mendesain dan mengevaluasi proses penyelidikan ilmiah. Tidak berhenti di situ, peserta didik juga perlu memahami konsep pelaporan dan diseminasi hasil penyelidikan.⁶⁰

Agar peserta didik memiliki kompetensi untuk mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah, maka diperlukan sebuah kompetensi pengetahuan yang baik, mulai dari pengetahuan konten, pengetahuan prosedural, maupun pengetahuan epistemik. Pengetahuan prosedural dan epistemik memiliki dua fungsi, yaitu untuk menilai penyelidikan

⁶⁰ Abidin, Mulyati, dan Yunansah, *Pembelajaran Literasi: Strategi Meningkatkan Kemampuan Literasi Matematika, Sains, Membaca dan Menulis*, hlm. 87.

ilmiah dan memutuskan apakah telah melalui prosedur yang tepat dan fungsi kedua adalah individu yang memiliki kedua pengetahuan ini harus bisa menilai bagaimana kemungkinan sebuah pertanyaan penelitian dapat diselidiki dengan tepat.

c. Menginterpretasi data dan fakta secara ilmiah

Interpretasi data merupakan salah satu kegiatan inti dalam sebuah penelitian. Memahami proses interpretasi ada adalah bagian penting dalam literasi saintifik. Kemampuan interpretasi data mencakup kemampuan dasar dalam mencari pola, membuat tabel sederhana serta membuat grafik. Pada kemampuan yang lebih tinggi, interpretasi data mensyaratkan penggunaan alat analisis data dan pengujian statistik. Kemampuan ini akan berguna untuk membuktikan bahan hasil penelitian sah dan andal. Selain kemampuan dasar yang telah disebutkan, kemampuan arumentasi dan mengkritisi diperlukan dalam interpretasi data dan fakta. Kemampuan-kemampuan dasar tersebut perlu dimiliki peserta didik sebagai bukti kepemilikan literasi sains dalam dirinya.

3. Minat Belajar

a. Minat

Menurut Slameto, minat merupakan sebuah rasa suka dan ketertarikan lebih terhadap sesuatu baik kegiatan maupun aktivitas

tertentu tanpa adanya paksaan atau suruhan dari orang lain.⁶¹ Salah satu aspek internal yang mempengaruhi belajar peserta didik adalah minat terhadap materi pelajaran. Antusiasme atau minat peserta didik dalam belajar menjadi faktor pendorong peserta didik untuk belajar.⁶²

Perhatian peserta didik merupakan konsentrasi dalam upaya mengamati dan memahami sesuatu. Peserta didik yang memiliki ketertarikan terhadap objek tertentu akan memperhatikan objek tersebut dengan seksama tanpa adanya paksaan, contohnya mendengarkan penjelasan guru dan mencatat hal yang dipelajari.⁶³ Leo Charli dkk menuturkan bahwa minat merupakan ketertarikan terhadap sesuatu yang timbul dari rangsangan luar, artinya kecenderungan untuk tertarik pada suatu kegiatan sifatnya menetap dan orang yang menjalaninya memiliki perasaan senang, meskipun perasaan senang tersebut muncul dari lingkungan atau objek yang menarik.⁶⁴

b. Belajar

1) Pengertian Belajar

Belajar adalah sebuah aktivitas manusia yang sangat vital dan akan secara terus menerus dilakukan dalam hidupnya. Belajar merupakan proses yang sifatnya internal yang mana artinya proses

⁶¹ Slameto, *Belajar dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya* (Jakarta: Rineka Cipta, 2015), hlm. 180.

⁶² Adeng Hudaya, "Pengaruh Gadget Terhadap Sikap Disiplin dan Minat Belajar Peserta Didik," *Research and Development Journal of Education* 4, no. 2 (31 Desember 2018), <https://doi.org/10.30998/rdje.v4i2.3380>, hlm. 2.

⁶³ Slameto, *Belajar dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya*, hlm 183.

⁶⁴ Leo Charli, Tri Ariani, dan Lusi Asmara, "Hubungan Minat Belajar Terhadap Prestasi Belajar Fisika," *SPEJ (Science and Physic Education Journal)* 2, no. 2 (30 Juni 2019): 52–60, <https://doi.org/10.31539/spej.v2i2.727>, 55.

itu sedang berlangsung di dalam dirinya.⁶⁵ Belajar juga bisa diartikan sebagai proses mendapatkan informasi. Menurut kamus besar bahasa Indonesia, belajar diartikan sebagai perubahan tingkah laku yang disebabkan oleh pengalaman.⁶⁶

Belajar merupakan aktivitas penting setiap orang termasuk di dalamnya belajar bagaimana seyogyanya belajar.⁶⁷ Dalam “*Guidance of Learning Activities*”, belajar dimaknai sebagai perubahan tingkah laku pada diri individu berkat adanya interaksi antara individu dengan individu dan individu dengan lingkungannya sehingga mereka mampu berinteraksi dengan lingkungannya. Belajar merupakan sebuah proses individu dalam upaya memperoleh kecakapan, keterampilan, dan sikap.

Perubahan tingkah laku sebagai sebuah hasil belajar juga menyentuh perubahan pada aspek sikap termasuk emosionalnya. Namun, perubahan-perubahan ini tidak dapat dilihat dalam waktu singkat, artinya belajar memerlukan proses atau waktu yang tidak instan. Hasil belajar ini juga bisa dilihat dari perubahan kemampuan berfikir. Kemampuan berfikir ini dapat diasah guru dengan memberikan model-model pembelajaran yang terarah untuk

⁶⁵ Muhammad Thobroni dan Arif Mustofa, *Belajar dan Pembelajaran - Pengembangan Wacana dan Praktik Pembelajaran dalam Pembangunan Nasional*, 2 ed. (Yogyakarta: Ar-Ruzz Media, 2013), hlm. 125.

⁶⁶ “Hasil Pencarian - KBBI Daring,” diakses 4 Mei 2023, <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/belajar>.

⁶⁷ Aunurrahman, *Belajar dan Pembelajaran* (Bandung: Alfabeta, 2012), hlm 78.

mengasah kemampuan berpikir kritis seperti model pembelajaran *problem solving*.

2) Tujuan Belajar

Proses belajar terjadi ketika individu dihadapkan dengan sebuah masalah yang mana ia tidak dapat menyelesaikannya dengan cara yang biasa. Oleh karenanya, belajar merupakan perubahan tingkah laku yang berkesinambungan antara berbagai unsur yang berlangsung seumur hidup yang didorong oleh beberapa aspek seperti emosi, sikap, motivasi, dan yang lainnya dikarenakan unsur utama dalam belajar adalah individu sebagai peserta belajar.⁶⁸

Menurut Supriyono, tujuan belajar secara eksplisit adalah upaya untuk mencapai hasil yang berbentuk pengetahuan dan keterampilan, sementara tujuan belajar sebagai hasil berbentuk kemampuan berpikir kritis dan kreatif, sikap terbuka dan demokratis, menerima orang lain, dan lain-lain. Tujuan belajar tersebut adalah konsekuensi logis dari peserta didik guna menghidupi suatu sistem lingkungan belajar.⁶⁹

3) Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Belajar

Menurut Purwanto dalam buku yang ditulis Thobroni dan Mustofa, keberhasilan seseorang dalam belajar dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal sebagai mana berikut.⁷⁰

⁶⁸ Moh Suardi, *Belajar & Pembelajaran*, 1 ed. (Yogyakarta: Deepublish, 2018) hlm. 15-16.

⁶⁹ Thobroni dan Mustofa, *Belajar dan Pembelajaran - Pengembangan Wacana dan Praktik Pembelajaran dalam Pembangunan Nasional*, hlm. 126.

⁷⁰ Thobroni dan Mustofa, hlm 127.

a) Faktor Internal (Faktor Individu)

- (1) Faktor kematangan atau pertumbuhan
- (2) Faktor kecerdasan atau intelegensi
- (3) Faktor latihan atau ulangan
- (4) Faktor minat
- (5) Faktor Pribadi

b) Faktor Eksternal (Faktor Sosial)

- (1) Faktor keluarga atau keadaan rumah tangga
- (2) Faktor guru
- (3) Faktor alat-alat yang digunakan dalam belajar
- (4) Faktor lingkungan dan kesempatan yang tersedia
- (5) Faktor minat sosial

c. Minat Belajar

Berdasarkan pemaparan definisi minat dan definisi belajar, maka minat belajar dapat dimaknai sebagai ketertarikan individu dalam konteks ini berarti ketertarikan peserta didik terhadap aktivitas belajar baik ketertarikannya akan materi pembelajaran maupun proses pembelajarannya tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

1) Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Minat Belajar

Salah satu faktor yang mempengaruhi minat belajar adalah bahan pembelajaran yang akan disampaikan kepada peserta didik.⁷¹

⁷¹ Masalena Harefa, Natalia Kristiani Lase, dan Novelina Andriani Zega, "Deskripsi Minat dan Motivasi Belajar Siswa Pada Pembelajaran Biologi," *Educativo: Jurnal Pendidikan* 1, no. 2 (19 Oktober 2022): 381–89, <https://doi.org/10.56248/educativo.v1i2.65>, hlm. 383.

2) Ciri-Ciri Minat Belajar

Berdasarkan pemaparan Hurlcok, bentuk dan kekuatan cita-cita dipengaruhi oleh minat. Minat juga dapat berperan sebagai motivator, prestasi juga selalu dipengaruhi oleh minat, dan peserta didik lebih mungkin mengulangi kegiatan yang menarik menurut mereka karena minat disini mengarah pada sebuah pemenuhan. Slameto menuturkan bahwa peserta didik hanya memaknai belajar sebagai alat untuk mencapai tujuan esensial, namun jika diulik lebih dalam lagi, peserta didik akan dibawa menuju kemajuan melalui hasil dari pengalaman belajarnya.⁷² Elizabeth Hurlock menyebutkan kriteria atau ciri minat belajar dalam tujuh poin, diantaranya adalah sebagai berikut.

- a) Minat seseorang akan meningkat seiring dengan peningkatan kemampuan fisik dan mentalnya.
- b) Minat seseorang dipengaruhi oleh kegiatan belajar.
- c) Perkembangan minat dapat saja terhambat.
- d) Minat juga bergantung pada kesempatan belajar.
- e) Minat dipengaruhi oleh budaya seseorang.
- f) Terdapat komponen emosional kuat yang mempengaruhi minat seseorang.
- g) Minat memiliki sifat egositis, artinya seseorang akan selalu merasa kurang dan tidak puas terhadap apa yang ia minati.

⁷² Slameto, *Belajar dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya*, hlm. 184.

3) Indikator Minat Belajar

Kemauan untuk belajar adalah sebuah karakter yang perlu dimiliki oleh setiap peserta didik. Seorang peserta didik yang menyadari pentingnya belajar akan senantiasa mengasah dan menambah pengalaman-pengalaman dan usaha untuk meningkatkan pengetahuan dan *skill* yang dimilikinya. Salah satu faktor internal yang mempengaruhi belajar dan hasil belajar adalah minat.⁷³ Slameto memaparkan indikator-indikator minat belajar diantaranya adalah sebagai berikut.

a) Rasa Tertarik

Rasa tertarik merupakan titik awal seseorang memiliki minat terhadap sesuatu. Seseorang yang menaruh ketertarikan terhadap sesuatu, artinya seseorang tersebut menyukai hal ataupun kegiatan yang dilakukannya. Ketertarikan berhubungan dengan daya *support* dari diri peserta didik berdasarkan pengalaman afektif yang dirangsang oleh kegiatan itu sendiri.⁷⁴ Kegiatan yang dimaksudkan di sini adalah kegiatan pembelajaran di kelas.

b) Perasaan Senang

Perasaan senang muncul ketika peserta didik bisa menikmati dan menjalani serangkaian kegiatan dengan tidak tertekan.

⁷³ Charli, Ariani, dan Asmara, "Hubungan Minat Belajar Terhadap Prestasi Belajar Fisika.", hlm. 2.

⁷⁴ Anggi Tiarasari Tiarasari, Sukarno Sukarno, dan Sarwanto Sarwanto, "Interactive Multimedia Use to Increase Learning Interest," *Social, Humanities, and Educational Studies (SHES): Conference Series* 1, no. 1 (30 November 2018), <https://doi.org/10.20961/shes.v1i1.23540>, hlm. 45.

Ketika peserta didik memiliki perasaan senang menjalani kegiatan pembelajaran atau perasaan senang terhadap suatu mata pelajaran tertentu, ia akan terus menerus mempelajari ilmu yang digemarinya tersebut.⁷⁵

c) Perhatian

Perhatian merupakan keaktifan jiwa tertinggi yang semata-mata tertuju pada sebuah atau sekumpulan objek.⁷⁶ Jika materi pelajaran tidak menarik minat peserta didik, kebosanan muncul dan mereka akan kehilangan minat untuk belajar, yang membuat peserta didik tidak dapat memperoleh konten yang sedang dipelajari. Kegiatan yang disertai dengan konsentrasi yang intens akan lebih sering berhasil dan memberikan tingkat kinerja yang lebih tinggi. Oleh karenanya, guru harus terus bekerja untuk menarik perhatian siswa dan membangkitkan minat mereka pada mata pelajaran yang mereka ajarkan. Peserta didik yang menyukai suatu mata pelajaran akan berkonsentrasi dengan sangat keras. Perhatian peserta didik ini merupakan sebuah konsentrasi dalam upaya mengamati dan memahami sesuatu.⁷⁷

⁷⁵ Suciyati Suciyati dan Mariamah Mariamah, "Hubungan Antara Minat Belajar Dengan Hasil Belajar Matematika Pada Siswa Kelas V SD Negeri 04 Sila," *JURNAL PENDIDIKAN MIPA* 8, no. 2 (30 Desember 2018): 142–49, <https://doi.org/10.37630/jpm.v8i2.265>, hlm. 145.

⁷⁶ Charli, Ariani, dan Asmara, "Hubungan Minat Belajar Terhadap Prestasi Belajar Fisika.," hlm. 5.

⁷⁷ Slameto, *Belajar dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya*, hlm. 87.

d) Partisipasi

Partisipasi merupakan keterlibatan siswa dalam proses pendidikan. Ketika suatu pelajaran menarik minat mereka, siswa lebih terlibat dan terlibat dalam diskusi seputar kegiatan pembelajaran yang mereka sukai. Sikap siswa yang berpartisipasi dapat digunakan untuk menentukan seberapa terlibat mereka dalam proses pembelajaran. Siswa memperhatikan dalam mengungkapkan pikiran mereka dan mengajukan pertanyaan. Siswa juga berusaha untuk berpartisipasi dalam setiap kegiatan.⁷⁸ Peserta didik yang sangat termotivasi untuk belajar juga menunjukkan tingkat keterlibatan yang tinggi dalam kegiatan belajar mereka. Misalnya, selama kegiatan diskusi, siswa akan berpartisipasi dan terlibat dalam debat aktif.⁷⁹

4. *Virtual Laboratory*

Virtual laboratory merupakan sebuah aplikasi yang dibuat untuk memberikan simulasi praktikum tanpa dilakukannya praktikum secara nyata. Praktikum yang dilakukan melalui *virtual laboratory* dapat menjadi sebuah pilihan lain ketika praktikum nyata tidak memungkinkan untuk dilakukan.⁸⁰ *Virtual Laboratory* adalah lingkungan realitas virtual yang

⁷⁸ Charli, Ariani, dan Asmara, "Hubungan Minat Belajar Terhadap Prestasi Belajar Fisika, hlm. 18."

⁷⁹ Hudaya, "Pengaruh Gadget Terhadap Sikap Disiplin dan Minat Belajar Peserta Didik."

⁸⁰ Ismail Ismail, Anna Permanasari, dan Wawan Setiawan, "Efektivitas Virtual Lab Berbasis STEM Dalam Meningkatkan Literasi Sains Siswa Dengan Perbedaan Gender," *Jurnal*

mensimulasikan dunia nyata untuk tujuan pembelajaran penemuan.⁸¹ Selain itu, laboratorium virtual juga dapat membantu guru untuk mengenalkan materi yang masih abstrak kepada peserta didik.⁸²

Virtual laboratory merupakan sebuah aplikasi yang dapat dioperasikan melalui gawai maupun komputer.⁸³ *Virtual laboratory* juga bisa disebut sebagai alat laboratorium dalam perangkat lunak yang dioperasikan melalui komputer.⁸⁴ Oleh karena itu, praktikum yang dilakukan melalui *virtual laboratory* tidak memerlukan bahan dan alat yang nyata. Laboratorium virtual adalah salah satu wujud perkembangan teknologi yang berbentuk multimedia interaktif dan di dalamnya dikemas berbagai materi dan simulasi praktikum virtual untuk memberikan pengalaman nyata dan bermakna kepada peserta didik.⁸⁵

Sebagaimana *virtual laboratory* yang telah dipaparkan pada paragraf sebelumnya, laboratorium virtual menyajikan simulasi yang dapat

Inovasi Pendidikan IPA 2, no. 2 (3 Oktober 2016): 190–201, <https://doi.org/10.21831/jipi.v2i2.8570>, hlm. 191.

⁸¹ Pramono, Prajanti, dan Wibawanto, “Virtual Laboratory for Elementary Students, hlm. 2.”

⁸² Nais Wulandari dan Rian Vebrianto, “Studi Literatur Pembelajaran Kimia Berbasis Masalah Ditinjau Dari Kemampuan Menggunakan Laboratorium Virtual,” *Seminar Nasional Teknologi Informasi Komunikasi dan Industri*, no. 0 (19 Mei 2017): 709–15, hlm. 714.

⁸³ Sri Nuryanti, Mohammad Masykuri, dan Endang Susilowati, “Virtual Laboratory Development with Student’s Worksheet to Improve Critical Thinking on Electrochemistry for Vocational School Students,” *Journal of Physics: Conference Series* 1233, no. 1 (Juni 2019): 012016, <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1233/1/012016>, hlm 1.

⁸⁴ Anil Pujiati, “Pengaruh Model Pembelajaran (Berbantuan Laboratorium Virtual) Dan Minat Belajar Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Kimia,” *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA* 2, no. 3 (10 Agustus 2015), <https://doi.org/10.30998/formatif.v2i3.100>, hlm. 184.

⁸⁵ D. P. Lestari dan Supahar, “Students and Teachers’ Necessity Toward Virtual Laboratory as an Instructional Media of 21st Century Science Learning,” *Journal of Physics: Conference Series* 1440, no. 1 (Januari 2020): 012091, <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1440/1/012091>, hlm. 6.

membuat peserta didik memahami materi dengan mudah.⁸⁶ Simulasi praktikum yang disajikan juga dapat diputar ulang tanpa batas sehingga peserta didik memiliki ruang akses yang luas untuk melihat kembali simulasi yang terlewat,⁸⁷ eksperimen yang salah maupun untuk memperdalam pengalaman belajar.⁸⁸

Adanya laboratorium virtual memiliki banyak manfaat terlebih untuk pembelajaran IPA yang identik dengan praktikum. Seiring dengan kemajuan teknologi, media-media pembelajaran berbasis teknologi informasi dan komunikasi menjadi sangat berguna. Seperti kasus penyebaran virus yang beberapa tahun lalu terjadi yang memaksa aktivitas pembelajaran dilakukan terbatas dan dengan sistem jarak jauh. Salah satu manfaat laboratorium virtual yakni menjadi solusi praktikum selama terjadi pembelajaran jarak jauh.⁸⁹ Meskipun demikian, laboratorium virtual tentu tidak dapat menggantikan keberadaan laboratorium yang sebenarnya karena keterampilan proses peserta didik dapat secara baik terasah melalui praktikum nyata.⁹⁰

⁸⁶ F. Solikhin, J. Ikhsan, dan K. H. Sugiyarto, "A Need Analysis in Developing Virtual Laboratory According to the Chemistry Teachers," *Journal of Physics: Conference Series* 1156, no. 1 (Januari 2019): 012020, <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1156/1/012020>, hlm. 5.

⁸⁷ Oladejo A. I dan Ebisin A. F, "Virtual Laboratory: An Alternative Laboratory for Science Teaching and Learning," *Federal Polytechnic Ilaro Journal of Pure And Applied Sciences* 3, no. 1 (1 Juni 2021): hlm. 82–90.

⁸⁸ Lestari dan Supahar, "Students and Teachers' Necessity Toward Virtual Laboratory as an Instructional Media of 21st Century Science Learning.," hlm. 2.

⁸⁹ V. Serevina dan D. Kirana, "The Development of Virtual Laboratory Assisted by Flash and PhET to Support Distance Learning," *Journal of Physics: Conference Series* 2019, no. 1 (Oktober 2021): 012030, <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2019/1/012030>, hlm. 1.

⁹⁰ Tri Wardati Khusniyah, "Pemanfaatan Laboratorium Virtual IPA Sebagai Upaya Peningkatan Hasil Belajar Siswa Di SDN 1 Telogotuwung Blora," *Jurnal Elementary:Kajian Teori Dan Hasil Penelitian Pendidikan Sekolah Dasar* 5, no. 1 (24 Januari 2022): 95–99, <https://doi.org/10.31764/elementary.v5i1.6378>, hlm. 96.

Teknologi digital telah mempermudah proses pembelajaran dengan memperkenalkan format baru yang mendukungnya. Era digital mendorong inovasi, di mana teknologi membuka peluang untuk pembelajaran sains melalui laboratorium virtual. Laboratorium virtual menciptakan pengalaman belajar yang mensimulasikan suasana laboratorium otentik. Dalam bentuk digital, laboratorium disimulasikan dan divisualisasikan, memungkinkan siswa untuk mengeksplorasi konsep dan teori.

Laboratorium virtual, sebagai perangkat lunak multisensori interaktif, mereplikasi praktikum-praktikum dalam laboratorium konvensional. Peserta didik dapat belajar melalui studi kasus, berinteraksi dengan peralatan laboratorium, melakukan eksperimen, dan menganalisis serta mengevaluasi proses yang dilakukan. Melalui tampilan visual, animasi, dan representasi yang diadaptasi dari laboratorium nyata, peserta didik dapat melihat operasi perangkat yang mereka gunakan. Dengan laboratorium virtual, pembelajaran menjadi lebih dinamis.

Penggunaan laboratorium virtual memerlukan perangkat keras yang mendukung input khusus, seperti menekan tombol, menyentuh layar, atau gerakan tubuh pengguna. Perangkat keras untuk mengoperasikan laboratorium virtual semakin beragam seiring perkembangan teknologi, mencakup komputer, konsol, proyeksi dinding, perangkat gawai, dan

realitas virtual.⁹¹ Simulasi komputer umumnya menghasilkan lingkungan pembelajaran yang interaktif.

Lebih spesifiknya, beberapa tujuan dan keunggulan dari penggunaan laboratorium virtual adalah sebagai berikut:⁹²

a. Personalia Pembelajaran

Laboratorium virtual menyediakan sarana teknologi untuk menghadirkan pendekatan pembelajaran yang lebih personal dan khusus, dengan mempertimbangkan kecepatan dan kebutuhan pembelajaran individu. Di dalam laboratorium virtual konvensional, proses praktikum pada umumnya akan dilakukan secara seragam dengan metode yang ditentukan oleh guru. Kelemahan metode ini cenderung mengasingkan peserta didik yang berkinerja lebih rendah, padahal sebenarnya peserta didik memiliki gaya belajar yang berbeda-beda. Laboratorium virtual dapat mendukung peserta didik dengan gaya belajar yang berbeda-beda dengan memberikan pengalaman multi-indra. Peserta didik dapat memahami suatu praktikum dengan lebih bebas, memahami metode praktikum dengan leluasa, tidak perlu khawatir dengan kesalahan, dan dapat mengulang berkali-kali sebuah praktikum sampai mampu menyimpulkan sendiri metode yang tepat. Dengan kata lain, laboratorium virtual dapat menjadi alat untuk pra-praktikum, sebelum

⁹¹ Wandah Wibawanto, *Laboratorium Virtual Konsep Dan Pengembangan Simulasi Fisika* (Wandah Wibawanto, 2020), hlm. 1-2.

⁹² Wandah Wibawanto, *Laboratorium Virtual Konsep Dan Pengembangan Simulasi Fisika* (Wandah Wibawanto, 2020), hlm 5-11.

peserta didik benar-benar menjalankan praktikum sesungguhnya di laboratorium konvensional.

b. Mengatasi Sumber Daya yang Terbatas

Laboratorium virtual dapat menyediakan laboratorium lengkap dengan peralatan yang mahal, namun dengan biaya rendah.⁹³ Hal ini dapat menjadi solusi yang menarik bagi sekolah yang memiliki sumber daya terbatas, ruang, dan sarana prasarana fasilitas laboratorium terbaru. Melalui laboratorium virtual, peserta didik dapat memiliki akses tanpa batas ke pengaturan laboratorium canggih dan peralatan mahal generasi baru yang biasanya mereka tidak memiliki kesempatan untuk menggunakannya. Dalam praktikum tertentu, peralatan yang digunakan terkadang sangat mahal, misalnya mikroskop. Hal ini tentu saja tidak terjangkau bagi sebagian besar sekolah. Laboratorium virtual dapat mensimulasikan dengan tepat dan dapat diduplikasi dengan mudah sehingga tidak diperlukan biaya yang tinggi. Dalam kasus lain, sebuah sekolah mungkin memiliki sebuah perangkat praktikum namun dalam jumlah terbatas, dan peserta didik harus menunggu giliran untuk dapat mengoperasikannya. Celah inilah yang dapat ditutupi oleh laboratorium virtual di mana aplikasi dapat dijalankan selama waktu eksperimen, dalam peserta didik menunggu peserta didik lainnya dengan

⁹³ Ahmad Ardius Kidan, "Pemanfaatan Laboratorium Maya: Peluang dan Tantangan," *Jurnal Teknodik*, 31 Desember 2020, 147–60, <https://doi.org/10.32550/teknodik.v24i2.679>, hlm. 152.

menjalankan praktikum virtual, memahami teknis dan cara operasionalnya, dan ketika gilirannya.

c. Visualisasi yang Kompleks⁹⁴

Dengan laboratorium virtual, peserta didik dapat melihat apa yang tidak terlihat. Peserta didik tidak terbatas pada deskripsi kata-kata atau ilustrasi pada buku. Kemampuan untuk memvisualisasikan fungsi atau mekanisme kompleks yang tidak terlihat oleh mata telanjang akan membuat sebuah konsep lebih mudah untuk dipahami. Sebagai contoh, animasi 3D tentang mesin kendaraan bermotor memungkinkan peserta didik untuk melihat ke dalam mesin tentang proses terjadinya perubahan energi di dalam mesin. Peserta didik dapat melihat lebih detil bagian-bagian mesin dan bagaimana peranannya dalam sebuah sistem kerja. Dengan laboratorium virtual, peserta didik juga dapat merekayasa waktu, melihat suatu proses lebih lambat atau lebih cepat. Visualisasi grafis dalam laboratorium virtual memungkinkan representasi abstrak berubah menjadi pengalaman yang lebih konkret yang mengaktifkan pikiran peserta didik dalam memahami sebuah konsep tertentu, dan memungkinkan pembelajaran melalui pengalaman. Selain itu, ini dapat memungkinkan pelajar untuk berkonsentrasi pada konsep sentral tanpa gangguan.

⁹⁴ Wandah Wibawanto, *Laboratorium Virtual Konsep Dan Pengembangan Simulasi Fisika* (Wandah Wibawanto, 2020), hlm. 5-11.

d. Pembelajaran Berbasis Kasus⁹⁵

Aplikasi laboratorium virtual, pada umumnya memiliki sebuah tema yang spesifik. Memiliki pilihan eksperimen, dan tidak jarang memiliki praktikum berdasarkan kasus tertentu. Kemampuan aplikasi untuk menghitung berbagai macam kondisi dan memberikan umpan balik atas kondisi tersebut, menjadikan aplikasi laboratorium virtual dapat menjadi alternatif untuk mempelajari sesuatu secara mendetail. Sebagai contoh, dalam simulasi energi listrik dengan objek magnet dan kumparan tembaga, seorang siswa dapat mencoba berbagai macam posisi, arah dan gerakan magnet untuk mengetahui medan gaya yang ditimbulkan. Peserta didik juga dapat mencoba merubah berbagai variabel yang terlibat dalam praktikum tersebut, sehingga pemahaman yang dihasilkan terhadap praktikum yang dilakukan dimungkinkan lebih baik dibandingkan dengan praktikum yang menggunakan alat yang tidak bervariasi.

e. Fleksibilitas Waktu

Dalam laboratorium virtual variabel waktu dapat diatur sedemikian rupa, dipercepat, diperlambat, dihentikan, atau diulang.⁹⁶ Fleksibilitas waktu ini penting untuk proses pembelajaran yang efektif. Siswa dapat mengulangi praktikum di waktu luang mereka untuk membantu mereka

⁹⁵ Wandah Wibawanto, *Laboratorium Virtual Konsep Dan Pengembangan Simulasi Fisika* (Wandah Wibawanto, 2020), hlm. 5-11.

⁹⁶ Fatmi Azzahra, Burhanudin Milama, dan Miessya Wardani, "Identifikasi Kesulitan Guru Menggunakan Laboratorium Virtual Dalam Pembelajaran Kimia," *Dalton : Jurnal Pendidikan Kimia dan Ilmu Kimia* 6, no. 1 (30 April 2023): 31–39, <https://doi.org/10.31602/dl.v6i1.10237>, hlm. 35.

menguasai konsep-konsep sulit atau menyegarkan ingatan mereka. Untuk praktikum yang membutuhkan waktu yang lama, misalkan pertumbuhan sel, simulasi dapat dipercepat sehingga siswa dapat memahami tahapan-tahapan yang terjadi tanpa harus menunggu sesuai dengan waktu yang sebenarnya. Ketika diterapkan di sebuah kelas, laboratorium virtual dapat juga menjadi media pra-praktikum, di mana siswa telah mengetahui prosedur praktikum sebelumnya melalui simulasi, sehingga ketika menghadapi praktikum yang sebenarnya waktu akan menjadi lebih optimal, karena siswa telah mengetahui langkah-langkah yang tepat untuk dilakukan.

f. Menjadikan Kegagalan Sebagai Hal yang Produktif

Di laboratorium virtual, peserta didik dapat menjalankan praktikum dengan berbagai kondisi, yang memungkinkan terjadinya kesalahan praktikum. Simulasi akan menganalisis kondisi dan kesalahan yang dilakukan, kemudian memberikan umpan balik kepada siswa. Pada umumnya ketika terjadi kegagalan, aplikasi akan memberikan penilaian dan akan mempersilahkan siswa untuk mengulang praktikum tersebut. Dengan kata lain, setelah mengetahui kegagalan pada praktikum pertama, siswa dapat mencoba kondisi baru di praktikum kedua dan seterusnya. Bahkan aplikasi laboratorium virtual yang canggih dapat memberikan umpan balik yang realistis terhadap sebuah kesalahan/kegagalan. Sebagai contoh jika siswa membuat kesalahan dalam simulasi kimia, mereka dapat menyebabkan ledakan dan terkena

asam di mata mereka, maka simulasi akan menampilkan efek penglihatan buram di layar untuk beberapa waktu. Dengan cara ini, siswa akan menjadi lebih waspada terhadap langkah-langkah yang diambil pada praktikum berikutnya, terlebih lagi ketika praktikum pada laboratorium yang sesungguhnya.

g. **Praktikum Menjadi Menyenangkan Melalui Gamifikasi**

Pada era ini, minat belajar siswa sangat fluktuatif dan lebih sering minat tersebut berada pada posisi rendah. Berbeda dengan minat dalam bermain, yang mana lebih cenderung tinggi. Bermain (bermain gadget) pada era ini menjadi sangat menyenangkan bagi siswa karena adanya gamifikasi. Permainan menjadi sistem di mana pemain berpartisipasi dalam tantangan abstrak, ditentukan oleh aturan, interaktivitas dan umpan balik, yang menghasilkan suatu hasil diukur dan sering menimbulkan reaksi emosional. Hal inilah yang mendorong motivasi tinggi dalam bermain.

Berbeda dengan laboratorium konvensional, dalam laboratorium virtual faktor gamifikasi bisa ditambahkan. Seorang peserta didik dapat memiliki level tertentu dan nilai tertentu, yang akan naik seiring kesuksesan dalam praktikum, dan akan membuka praktikum-praktikum baru dengan tingkat kesulitan yang lebih tinggi. Laboratorium virtual juga dapat menampilkan agen pedagogik, yang memberikan misi atau cerita tertentu yang dapat diikuti oleh peserta didik. Pada tahapan selanjutnya, secara umum ketika siswa menikmati melakukan sesuatu,

dan menemukan subjek yang mereka sukai, mereka akan termotivasi secara intrinsik, berinvestasi lebih banyak di dalamnya, dan melakukannya dengan lebih baik.

J. Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan pada penelitian ini terpetakan menjadi empat bab sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan, terdiri latar belakang masalah, rumusan masalah, identifikasi masalah, pembatasan masalah, tujuan dan manfaat pengembangan, kejian penelitian yang relevan, landasan teori, dan sistematika pembahasan.

BAB II Berisi metode penelitian yang di dalamnya menjelaskan model dan prosedur pengembangan, desain uji coba produk, subjek uji coba, teknik dan instrumen pengumpulan data serta analisisnya.

BAB III Hasil penelitian dan pembahasan yang memuat pengembangan produk, pengujian produk dan analisis hasil produk akhir beserta keterbatasan penelitiannya.

BAB IV Penutup yakni kesimpulan dan saran.

BAB IV

PENUTUP

A. Simpulan Tentang Produk

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan *virtual laboratory*, maka dapat ditarik kesimpulan:

1. Produk *virtual laboratory* telah berhasil dikembangkan dengan menerapkan prosedur pengembangan Borg and Gall melalui serangkaian tahapan validasi oleh ahli media, ahli materi, dan ahli bahasa serta serangkaian tahapan pengembangan yang terdiri dari penelitian dan pengumpulan informasi awal, perencanaan, pengembangan produk awal, uji lapangan terbatas, revisi produk utama, uji lapangan utama, revisi produk operasional, uji lapangan operasional, revisi produk akhir, serta diseminasi dan penerapan. Yang dikembangkan berupa aplikasi *virtual laboratory* yang digunakan pada komputer/laptop dengan format “.exe”. *Virtual laboratory* dikembangkan dengan memanfaatkan aplikasi Construct 2 dan memuat praktikum dari lima materi tentang gaya, yaitu gaya otot, gesek, magnet, pegas, dan gravitasi. Praktikum yang disajikan menggunakan teknik pengoperasian sederhana seperti *drag and drop*.
2. Produk *virtual laboratory* telah berhasil dikembangkan dengan memenuhi kriteria kelayakan dari ahli media, ahli materi, dan ahli bahasa. Penilaian dari ketiga ahli memperoleh kategori “Sangat Layak” begitu pula dengan respon guru dan peserta didik.

3. Respon peserta didik terhadap *virtual laboratory* yang dikembangkan adalah baik. Total keseluruhan peserta didik yang menjadi responden adalah 256 yang terbagi dalam tiga tahap uji yaitu uji lapangan terbatas, uji lapangan utama, dan uji lapangan operasional. Rata-rata skor yang diperoleh dari 28 peserta didik pada tahap uji lapangan terbatas adalah 13,5 dari skor maksimal skor 15 dengan kategori “sangat layak”. Rata-rata skor yang diperoleh dari 200 peserta didik pada tahap uji lapangan utama yang melibatkan 8 sekolah adalah 13,8 dari skor maksimal 15 dengan kategori “sangat layak”, dan Rata-rata skor yang diperoleh dari 28 peserta didik pada tahap uji lapangan operasional adalah 14,5 dengan skor maksimal 15 dengan kategori “sangat layak”.
4. Produk *virtual laboratory* cukup efektif digunakan untuk meningkatkan literasi sains peserta didik namun produk belum efektif dalam meningkatkan minat belajar peserta didik berdasarkan hasil uji lapangan operasional yang dilaksanakan di MI Muhammadiyah Karanganyar dengan berdasarkan hasil uji efektivitas sampel independen-t (*Independent Sample T-Test*) dan perolehan skor peningkatan *N-Gain*.

B. Saran Pemanfaatan Produk

Produk *virtual laboratory* telah dikembangkan dengan kriteria kelayakan dan uji keefektivitasannya. Saran pengembang terkait produk yang peneliti kembangkan serta produk serupa yang nantinya akan dikembangkan oleh peneliti lain adalah sebagai berikut.

1. Produk dapat digunakan sebagai media penunjang pembelajaran terkhusus pada materi gaya (*force*) baik digunakan individu maupun secara berkelompok.
2. Produk dapat digunakan sebagai media penunjang pembelajaran ketika sekolah mengalami kendala untuk melaksanakan praktikum pada biasanya.
3. Produk dapat digunakan sebagai media alternatif yang tidak memerlukan banyak biaya dalam penggunaannya.
4. Media dapat digunakan dan diinstal pada berbagai perangkat elektronik baik *smartphone* maupun laptop/komputer.
5. Produk yang dikembangkan oleh peneliti dapat digunakan sebagai bahan acuan dan gambaran dalam mengembangkan aplikasi serupa yang dapat dibuat lebih menarik, kompleks, dan beragam.

C. Diseminasi dan Pengembangan Produk Lebih Lanjut

Diseminasi produk *virtual laboratory* yang telah dikembangkan akan menjadi lebih efektif melalui penyediaan akses melalui sebuah website khusus. Melalui platform ini, guru-guru akan dapat dengan mudah mengunduh dan mengakses *virtual laboratory*. Website ini akan menjadi pusat informasi yang menyediakan panduan penggunaan, video tutorial, serta materi pendukung lainnya. Dengan menyediakan akses yang mudah dan praktis, diharapkan guru-guru dapat mengintegrasikan teknologi *virtual laboratory* ke dalam kurikulum mereka tanpa hambatan teknis yang berarti. Selain itu, melalui website ini, akan memungkinkan adanya komunitas online yang dapat berbagi pengalaman dan sumber daya terkait penggunaan *virtual laboratory* dalam pengajaran. Dengan

demikian, diseminasi produk *virtual laboratory* melalui website ini bukan hanya memberikan akses yang luas, tetapi juga mendukung pertukaran pengetahuan dan pengalaman antar guru, memperkaya pengalaman pembelajaran mereka secara keseluruhan.

Pengembangan produk *virtual laboratory* akan terus menjadi fokus utama kedepannya, dengan tujuan meningkatkan kualitas dan cakupan layanan yang dapat diberikan kepada para pengguna. Langkah pertama melibatkan peningkatan konten *virtual laboratory* dengan menyematkan fitur-fitur yang lebih interaktif, mendalam, dan mendukung berbagai kurikulum yang berlaku. Selain itu, akan dilakukan upaya untuk mengintegrasikan teknologi terkini seperti *augmented reality* (AR) atau *virtual reality* (VR) guna memberikan pengalaman pembelajaran yang lebih immersif. Pengembangan ini juga akan memperhatikan aspek aksesibilitas, sehingga *virtual laboratory* dapat diakses oleh berbagai kalangan, termasuk sekolah-sekolah di daerah terpencil. Upaya untuk mengukur dampak penggunaan *virtual laboratory* terhadap pencapaian literasi sains dan minat belajar siswa akan terus dilakukan melalui penelitian dan evaluasi berkala. Dengan demikian, pengembangan produk *virtual laboratory* ini bertujuan untuk menjawab dinamika kebutuhan pendidikan modern, memberikan solusi inovatif, dan memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan kualitas pembelajaran di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Yunus, Tita Mulyati, dan Hana Yunansah. *Pembelajaran Literasi: Strategi Meningkatkan Kemampuan Literasi Matematika, Sains, Membaca dan Menulis*. 2 ed. Jakarta: Bumi Aksara, 2018.
- Analicia, Tenty, dan Relsas Yogica. “Media Pembelajaran Visual Menggunakan Canva Pada Materi Sistem Gerak.” *Jurnal Edutech Undiksha* 9, no. 2 (5 Desember 2021): 260–66. <https://doi.org/10.23887/jeu.v9i2.38604>.
- Anggraini, Fitria Dewi Puspita, Aprianti Aprianti, Vilda Ana Veria Setyawati, dan Agnes Angelia Hartanto. “Pembelajaran Statistika Menggunakan Software SPSS Untuk Uji Validitas Dan Reliabilitas.” *Jurnal Basicedu* 6, no. 4 (26 Mei 2022): 6491–6504. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i4.3206>.
- Arianti, S., I. M. Astra, dan E. Budi. “Design of Virtual Physics Laboratory (VPL) on Collision Topic.” *Journal of Physics: Conference Series* 2019, no. 1 (Oktober 2021): 012017. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2019/1/012017>.
- Arikunto, Suharsimi. *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. 3 ed. Bumi Aksara, 2021.
- Arista, Fitra Suci, dan Heru Kuswanto. “Virtual Physics Laboratory Application Based on the Android Smartphone to Improve Learning Independence and Conceptual Understanding.” *International Journal of Instruction* 11, no. 1 (Januari 2018): 1–16.
- Arsyad, Azhar. *Media Pembelajaran*. Surakarta: RajaGrafindo Persada, 2014.
- . *Media Pembelajaran*. 21 ed. Depok: PT Raja Grafindo Persada, 2019.
- Aunurrahman. *Belajar dan Pembelajaran*. Bandung: Alfabeta, 2012.
- Awantari, Qotrunada, Baik Nilawati Astini, Muazar Habibi, dan Nurhasanah Nurhasanah. “Pengaruh Senam Otak Terhadap Perkembangan Kognitif Pada Kelompok B Di

- TK Tunas Bangsa Tahun Ajaran 2022/2023.” *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan* 8, no. 4 (26 Oktober 2023): 2050–57. <https://doi.org/10.29303/jipp.v8i4.1671>.
- Azzahra, Fatmi, Burhanudin Milama, dan Miessya Wardani. “Identifikasi Kesulitan Guru Menggunakan Laboratorium Virtual Dalam Pembelajaran Kimia.” *Dalton : Jurnal Pendidikan Kimia dan Ilmu Kimia* 6, no. 1 (30 April 2023): 31–39. <https://doi.org/10.31602/dl.v6i1.10237>.
- Basam, Fajri. *Pembelajaran Literasi Sains: Tinjauan Teoretis dan Praktik*. 1 ed. Yogyakarta: CV. Bintang Semesta Media, 2022.
- Charli, Leo, Tri Ariani, dan Lusi Asmara. “Hubungan Minat Belajar Terhadap Prestasi Belajar Fisika.” *SPEJ (Science and Physic Education Journal)* 2, no. 2 (30 Juni 2019): 52–60. <https://doi.org/10.31539/spej.v2i2.727>.
- Danial, Danial, Nur Azmy, Jamaluddin, Syarifuddin, dan Fitriani. “Efektivitas Penerapan Media Alat Peraga Papan Statistika terhadap Pembelajaran Matematika.” *Prosiding Seminar Nasional Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan IAIM Sinjai* 1 (19 Mei 2022): 15–19. <https://doi.org/10.47435/sentikjar.v1i0.825>.
- Daryanto. *Media Pembelajaran*. Bandung: Satu Nusa, 2010.
- Djamarah, Syaiful Bahri, Zain, dan Aswan. *Strategi Belajar Mengajar*. Jakarta: Rineka Cipta, 2006.
- Fadilurrahman, M. “Pengembangan Aplikasi Virtual Laboratory Berbantuan Android Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep IPA Materi Sistem Pernapasan Pada Manusia dan Keterampilan Proses Siswa Kelas V Sekolah Dasar di Kecamatan Kotagede.” Universitas Negeri Yogyakarta, 2020.
- Faizah, Ulifa Rahma, dan Yuliezar Perwira Dara. *Faizah, Ulifa Rahma, dan Yuliezar Perwira Dara, Psikologi Pendidikan Aplikasi Toeri di Indonesia*. Malang: UB Press, 2017.

- Fauji, Rizki Ahmad, Ade Yeti Nuryantini, dan Pina Pitriana. "Use of Web-Based Virtual Simulation (Physics Classroom) to Improve Student Learning Outcomes on the Subject of Momentum, Impulse, and Collision." *Gunung Djati Conference Series* 17 (2022): 23–38.
- Gall, Meredith D., Joyce P. Gall, dan Walter R. Borg. *Educational Research: an introduction*. 7 ed. United States of America: Pearson Education Inc, 2003.
- Gega, Peter C. *Science in Elementary Education*. 4 ed. New York: John Wiley and Sons, 1982.
- Hae, Yonathan, Year Rezeki Patricia Tantu, dan Widiastuti Widiastuti. "Penerapan Media Pembelajaran Visual Dalam Membangun Motivasi Belajar Siswa Sekolah Dasar." *EDUKATIF: Jurnal Ilmu Pendidikan* 3, no. 4 (28 Mei 2021): 1177–84. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v3i4.522>.
- Harefa, Masalena, Natalia Kristiani Lase, dan Novelina Andriani Zega. "Deskripsi Minat dan Motivasi Belajar Siswa Pada Pembelajaran Biologi." *Educativo: Jurnal Pendidikan* 1, no. 2 (19 Oktober 2022): 381–89. <https://doi.org/10.56248/educativo.v1i2.65>.
- "Hasil Pencarian - KBBI Daring." Diakses 4 Mei 2023. <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/belajar>.
- Hernawan, H, W Rifqiana, D B I Taofik, dan L S Mulyani. "Computer Game-Assisted Instructional Model For Teaching Science in Elementary School." *Journal of Physics: Conference Series* 1987, no. 1 (1 Juli 2021): 012011. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1987/1/012011>.
- Hudaya, Adeng. "Pengaruh Gadget Terhadap Sikap Disiplin dan Minat Belajar Peserta Didik." *Research and Development Journal of Education* 4, no. 2 (31 Desember 2018). <https://doi.org/10.30998/rdje.v4i2.3380>.

- I, Oladejo A., dan Ebisin A. F. "Virtual Laboratory: An Alternative Laboratory for Science Teaching and Learning." *Federal Polytechnic Ilaro Journal of Pure And Applied Sciences* 3, no. 1 (1 Juni 2021): 82–90.
- Irwan, Andi Pratiwi. "Analisis Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik Ditinjau Dari Kemampuan Menyelesaikan Soal Fisika Di Sman 2 Bulukumba." *Jurnal Sains Dan Pendidikan Fisika* 15, no. 3 (2019): 319149. <https://doi.org/10.35580/jspf.v15i3.13494>.
- Ismail, Ismail, Anna Permanasari, dan Wawan Setiawan. "Efektivitas Virtual Lab Berbasis STEM Dalam Meningkatkan Literasi Sains Siswa Dengan Perbedaan Gender." *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA* 2, no. 2 (3 Oktober 2016): 190–201. <https://doi.org/10.21831/jipi.v2i2.8570>.
- Jannati, E. D., A. Setiawan, P. Siahaan, dan C. Rochman. "Virtual Laboratory Learning Media Development to Improve Science Literacy Skills of Mechanical Engineering Students on Basic Physics Concept of Material Measurement." *Journal of Physics: Conference Series* 1013, no. 1 (Mei 2018): 012061. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1013/1/012061>.
- Kaharuddin, Kaharuddin. "Kualitatif: Ciri Dan Karakter Sebagai Metodologi." *Equilibrium: Jurnal Pendidikan* 9, no. 1 (3 Januari 2021): 1–8. <https://doi.org/10.26618/equilibrium.v9i1.4489>.
- Kementrian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. "Pisa 2022 dan Pemulihan Pembelajaran di Indonesia." Kemendikbudristek, 2022.
- Khoiri, Nur. "Efektivitas Strategi Pembelajaran Inkuiri Terhadap Sikap Ilmiah Dan Keterampilan Proses Sains." *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika* 12, no. 1 (27 Agustus 2021): 72–77. <https://doi.org/10.26877/jp2f.v12i1.8313>.
- Khusniah, Tri Wardati. "Pemanfaatan Laboratorium Virtual IPA Sebagai Upaya Peningkatan Hasil Belajar Siswa Di SDN 1 Telogotuwung Blora." *Jurnal*

Elementary:Kajian Teori Dan Hasil Penelitian Pendidikan Sekolah Dasar 5, no. 1 (24 Januari 2022): 95–99. <https://doi.org/10.31764/elementary.v5i1.6378>.

Kidan, Ahmad Ardius. “Pemanfaatan Laboratorium Maya: Peluang dan Tantangan.” *Jurnal Teknodik*, 31 Desember 2020, 147–60. <https://doi.org/10.32550/teknodik.v24i2.679>.

Kustadi, Cecep, dan Sutjipto. *Media Pembelajaran: Mannual dan Digital*. Bogor: Ghalia Indonesia, 2011.

Lestari, D. P. dan Supahar. “Students and Teachers’ Necessity Toward Virtual Laboratory as an Instructional Media of 21st Century Science Learning.” *Journal of Physics: Conference Series* 1440, no. 1 (Januari 2020): 012091. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1440/1/012091>.

Lestari, Diah Puji. “Pengembangan Media Virtual Laboratory IPA Untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains dan Berpikir Kritis Peserta Didik SMP Pada Materi Energi Dalam Sistem Kehidupan.” Universitas Negeri Yogyakarta, 2020.

Machali, Imam. *Metode Penelitian Kuantitatif - Panduan Praktis Merencanakan, Melaksanakan Dan Analisis Dalam Penelitian Kuantitatif*. 3 ed. Yogyakarta: Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, 2021.

———. *Statistik Itu Mudah - Menggunakan SPSS Sebagai Alat Bantu Statistik*. Yogyakarta: Program Studi Manajemen Pendidikan Islam (MPI), 2017.

Miftah, Mohamad. *Efektivitas Pemanfaatan Media Berbasis TIK Untuk Optimalisasi Pembelajaran*. Publica Indonesia Utama, 2022.

Monita, F. A., dan J. Ikhsan. “Development Virtual Reality IPA (VR-IPA) Learning Media for Science Learning.” *Journal of Physics: Conference Series* 1440, no. 1 (Januari 2020): 012103. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1440/1/012103>.

- Nirmalasari, Santiani, dan H. Mukhlis Romadi. “Penerapan Model Pembelajaran Learning Cycle Terhadap Keterampilan Proses Sains dan Hasil Belajar Siswa Pada Pokok Bahasan Getaran Harmonis.” *EduSains* 4, no. 2 (2016).
- Nurfadhillah, Septy. *Media Pembelajaran di Jenjang SD*. Sukabumi: CV Jejak (Jejak Publisher), 2021.
- Nurgiyantoro, Burhan Gunawan. *Statistik Terapan: Untuk Penelitian Ilmu Sosial*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2015.
- Nuryanti, Sri, Mohammad Masykuri, dan Endang Susilowati. “Virtual Laboratory Development with Student’s Worksheet to Improve Critical Thinking on Electrochemistry for Vocational School Students.” *Journal of Physics: Conference Series* 1233, no. 1 (Juni 2019): 012016. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1233/1/012016>.
- Ocak, İjlal. “The Relationship between Teacher Candidates’ Views of the Nature of Science and Their Problem Solving Skills.” *International Journal of Instruction* 11, no. 3 (25 Juli 2018): 419–32. <https://doi.org/10.12973/iji.2018.11329a>.
- OECD. *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving*. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development, 2017. https://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2015-assessment-and-analytical-framework_9789264281820-en.
- . *PISA 2018: Programme for International Student Assessment - Laporan Nasional PISA Indonesia*. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development, 2019.
- . *PISA 2022: Programme for International Student Assessment - Laporan Nasional PISA Indonesia*. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development, 2022.

- . *PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education*. PISA. OECD, 2023. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>.
- Panchadria, Pramana Anwas, Arni Retno Mariana, dan Fitriatul Akidah. “Sistem Informasi Nilai Akademik Siswa Berbasis Web Di SDN Keroncong 3 Tangerang.” *Academic Journal of Computer Science Research* 2, no. 1 (29 Januari 2020). <https://doi.org/10.38101/ajcsr.v2i1.271>.
- Pane, Juliana, Indayana Febriani Tanjung, dan Reflina Reflina. “Pengembangan Laboratorium Virtual Pada Praktikum Uji Kandungan Urin Untuk Siswa Kelas XI SMA/MA.” *Binomial* 6, no. 1 (28 Maret 2023): 29–39. <https://doi.org/10.46918/bn.v6i1.1606>.
- Panjaitan, Laila Azwani. *Pengembangan Literasi Sains di Sekolah*. Bogor: GUEPEDIA, 2019.
- Pikoli, M., dan A. Lukum. “Development of Audio-Visual Learning Media Integrating Character Education in Chemistry Learning to Facilitate Conceptual Change and Character Strengthening of High School Students.” *Journal of Physics: Conference Series* 1968, no. 1 (Juli 2021): 012007. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1968/1/012007>.
- Pramono, S E, S D W Prajanti, dan W Wibawanto. “Virtual Laboratory for Elementary Students.” *Journal of Physics: Conference Series* 1387, no. 1 (1 November 2019): 012113. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1387/1/012113>.
- Prasetyo, Yoga Catur, dan Andi Prastowo. “Productivity and Independence of Madrasah Ibtidaiyah Students Through Integrated Learning with Information and Communication Technology/ Produktivitas Dan Kemandirian Siswa Madrasah Ibtidaiyah Melalui Pembelajaran Terintegrasi Dengan Teknologi Informasi.” *Edulab : Majalah Ilmiah Laboratorium Pendidikan* 7, no. 1 (30 Juni 2022): 37–54. <https://doi.org/10.14421/edulab.2022.71.03>.

- Pujiati, Anil. "Pengaruh Model Pembelajaran (Berbantuan Laboratorium Virtual) Dan Minat Belajar Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Kimia." *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA* 2, no. 3 (10 Agustus 2015). <https://doi.org/10.30998/formatif.v2i3.100>.
- Putra, Sitiatava Rizema. *Desain Belajar Mengajar Kreatif Berbasis Sains*. 1 ed. Yogyakarta: DIVA Press, 2013.
- Putro Widoyoko, Eko. *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2012.
- "Qur'an Kemenag." Diakses 24 Desember 2023. <https://quran.kemenag.go.id/>.
- Ramadini, Rizki, Liza Murniviyanti, dan Ali Fakhrudi. "Efektivitas Model Pembelajaran RADEC Terhadap Kemampuan Menulis Teks Eksplanasi Siswa Di SD Negeri 06 Payung." *Edumaspul: Jurnal Pendidikan* 5, no. 2 (1 Oktober 2021): 99–104. <https://doi.org/10.33487/edumaspul.v5i2.1647>.
- Saputri, Aprilia Eki, dan Nana Djumhana. "Keterampilan Proses Sains dan Sikap Ilmiah Mahasiswa PGSD dalam Belajar Ilmu Pengetahuan Alam (IPA)." *DWIJA CENDEKIA: Jurnal Riset Pedagogik* 4, no. 1 (1 Agustus 2020): 35–43. <https://doi.org/10.20961/jdc.v4i1.36019>.
- Serevina, V., dan D. Kirana. "The Development of Virtual Laboratory Assisted by Flash and PhET to Support Distance Learning." *Journal of Physics: Conference Series* 2019, no. 1 (Oktober 2021): 012030. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2019/1/012030>.
- Setyowati, Arie Anang, Muhammad Fathurahman, dan Zakiyah Anwar. *Strategi Pembelajaran Problem Based Learning*. YAYASAN BARCODE, 2020.
- Siagan, Meryance V., Sahat Saragih, dan Bornok Sinaga. "Development of Learning Materials Oriented on Problem-Based Learning Model to Improve Students'

Mathematical Problem Solving Ability and Metacognition Ability.” *International Electronic Journal of Mathematics Education* 14, no. 2 (2019): 331–40.

Slameto. *Belajar dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya*. Jakarta: Rineka Cipta, 2015.

Solikhin, F., J. Ikhsan, dan K. H. Sugiyarto. “A Need Analysis in Developing Virtual Laboratory According to the Chemistry Teachers.” *Journal of Physics: Conference Series* 1156, no. 1 (Januari 2019): 012020. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1156/1/012020>.

Suardi, Moh. *Belajar & Pembelajaran*. 1 ed. Yogyakarta: Deepublish, 2018.

Subali, Bambang. *Prinsip Asesmen dan Evaluasi Pembelajaran*. 2 ed. Yogyakarta: UNY Press, 2016.

Suciyati, Suciyati, dan Mariamah Mariamah. “Hubungan Antara Minat Belajar Dengan Hasil Belajar Matematika Pada Siswa Kelas V SD Negeri 04 Sila.” *JURNAL PENDIDIKAN MIPA* 8, no. 2 (30 Desember 2018): 142–49. <https://doi.org/10.37630/jpm.v8i2.265>.

Sugiharti, Gulmah. “Improve Outcomes Study Subjects Chemistry Teaching and Learning Strategies Through Independent Study with the Help of Computer-Based Media.” *Journal of Physics: Conference Series* 970, no. 1 (Maret 2018): 012018. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/970/1/012018>.

Sugiyono. *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D)*. Bandung: Alfabeta, 2019.

Suharsimi. *Pengembangan Instrumen Penelitian dan Penilaian Program*. 1 ed. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2017.

Sukarini, Komang, dan Ida Bagus Surya Manuaba. “Video Animasi Pembelajaran Daring Pada Mata Pelajaran IPA Kelas VI Sekolah Dasar.” *Jurnal Edutech Undiksha* 9, no. 1 (21 April 2021): 48–56. <https://doi.org/10.23887/jeu.v9i1.32347>.

- Sukiman. *Pengembangan Sistem Evaluasi*. Yogyakarta: Insanmadani, 2012.
- Sunu, Hernawan Yosep, dan Yustiana Wahyu Harumurti. *Penilaian Belajar di Sekolah*. Yogyakarta: PT KANISIUS (Anggota IKAPI), 2014.
- Suparya, I. Ketut, I. Wayan Suastra, dan Ida Bagus Putu Arnyana. “Rendahnya Literasi Sains: Faktor Penyebab Dan Alternatif Solusinya.” *Jurnal Ilmiah Pendidikan Citra Bakti* 9, no. 1 (25 Maret 2022): 153–66. <https://doi.org/10.38048/jipcb.v9i1.580>.
- Supriyono, Supriyono. “Pentingnya Media Pembelajaran Untuk Meningkatkan Minat Belajar Siswa SD.” *EduStream: Jurnal Pendidikan Dasar* 2, no. 1 (2018): 43–48. <https://doi.org/10.26740/eds.v2n1.p43-48>.
- Suryani, Nunuk, Achmad Setiawan, dan Aditin Putria. *Media Pembelajaran Inovatif dan Pengembangannya*. 1 ed. Bandung: PT Remaja Rosdakarya, 2018.
- Syafira, Aura, Jamaludin Ujang, dan Taufik Muhammad. “Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Articulate Storyline 3 Pada Materi Jenis Usaha Ekonomi Dan Pengaruh Kegiatan Ekonomi Di Kelas V Sekolah Dasar.” *Jurnal Bidang Pendidikan Dasar* 6, no. 2 (5 Juli 2022): 185–98. <https://doi.org/10.21067/jbpd.v6i2.6218>.
- Tawil, Muh, dan Ahmad Dahlan. “Application of Interactive Audio Visual Media to Improve Students’ Creative Thinking Skill.” *Journal of Physics: Conference Series* 1752, no. 1 (Februari 2021): 012076. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1752/1/012076>.
- Thobroni, Muhammad, dan Arif Mustofa. *Belajar dan Pembelajaran - Pengembangan Wacana dan Praktik Pembelajaran dalam Pembangunan Nasional*. 2 ed. Yogyakarta: Ar-Ruzz Media, 2013.
- Tiarasari, Anggi Tiarasari, Sukarno Sukarno, dan Sarwanto Sarwanto. “Interactive Multimedia Use to Increase Learning Interest.” *Social, Humanities, and*

Educational Studies (SHES): Conference Series 1, no. 1 (30 November 2018).
<https://doi.org/10.20961/shes.v1i1.23540>.

Triatmaja, Adhy Kurnia, Muchlas Muchlas, dan Yoga Wardana. “Virtual Laboratorium Teknik Digital Berbasis Mobile Virtual Reality.” *Jurnal Edukasi Elektro* 5, no. 1 (30 Mei 2021): 1–13. <https://doi.org/10.21831/jee.v5i1.38705>.

Usman, Basyiruddin. *Media Pembelajaran*. Jakarta: Ciputat Pers, 2002.

Van Den Akker, Jan, Robert Maribe Branch, Kent Gustafson, Nienke Nieveen, dan Tjeerd Plomp, ed. *Design Approaches and Tools in Education and Training*. Dordrecht: Springer Netherlands, 1999. <https://doi.org/10.1007/978-94-011-4255-7>.

Vashti, Thea Amira, Hairida Hairida, dan Lukman Hadi. “Deskripsi Kemampuan Literasi Sains Siswa Mata Pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam.” *EduChem* 1, no. 2 (27 September 2021). <https://doi.org/10.26418/educhem.v1i2.41108>.

Wahab, Abdul, Junaedi Junaedi, dan Muh Azhar. “Efektivitas Pembelajaran Statistika Pendidikan Menggunakan Uji Peningkatan N-Gain Di PGMI.” *Jurnal Basicedu* 5, no. 2 (22 Maret 2021): 1039–45. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i2.845>.

Wardani, Jajang Bayu Kelana & Duhita Savira. *Model Pembelajaran IPA SD*. 1 ed. Cirebon: Edutrimedia Indonesia, 2021.

Wartono, Muhammad Nur Hudha, dan John Rafafy Batlolona. “How Are The Physics Critical Thinking Skills of The Students Taught by Using Inquiry-Discovery Through Empirical and Theoretical Overview?” *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education* 14, no. 2 (20 November 2017): 691–97. <https://doi.org/10.12973/ejmste/80632>.

Wibawanto, Wandah. *Laboratorium Virtual Konsep Dan Pengembangan Simulasi Fisika*. Wandah Wibawanto, 2020.

- William, William, dan Hita Hita. “Mengukur Tingkat Pemahaman Pelatihan PowerPoint Menggunakan Quasi-Experiment One-Group Pretest-Posttest.” *Jurnal SIFO Mikroskil* 20, no. 1 (4 April 2019): 71–80. <https://doi.org/10.55601/jsm.v20i1.650>.
- Wulan, Ana Ratna. *Menggunakan Asesmen Kinerja Untuk Pembelajaran Sains dan Penelitian*. Bandung: UPI Press, 2020.
- Wulandari, Nais, dan Rian Vebrianto. “Studi Literatur Pembelajaran Kimia Berbasis Masalah Ditinjau Dari Kemampuan Menggunakan Laboratorium Virtual.” *Seminar Nasional Teknologi Informasi Komunikasi dan Industri*, no. 0 (19 Mei 2017): 709–15.
- Yuliati, Yuyu. “Literasi Sains Dalam Pembelajaran IPA.” *Jurnal Cakrawala Pendas* 3, no. 2 (1 Juli 2017). <https://doi.org/10.31949/jcp.v3i2.592>.

