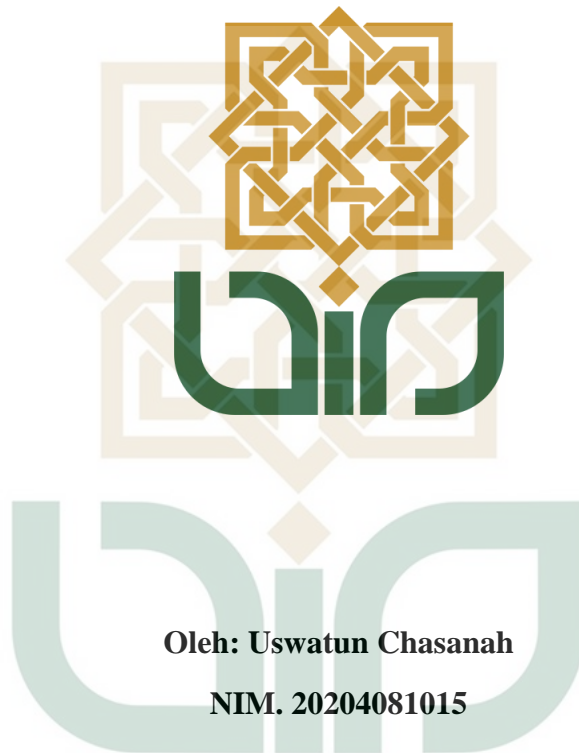


**PENGEMBANGAN 'EDUGAMENOLOGY' BERBASIS KODULAR PADA
APLIKASI PRAKTIKUM SAINS PEMBELAJARAN IPA KELAS IV
SD/MI**



Oleh: Uswatun Chasanah

NIM. 20204081015

**STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
TESIS
YOGYAKARTA**

**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
2022**

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Uswatun Chasanah

NIM : 20204081015

Jenjang : Magister (S2)

Program Studi : Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah (PGMI)

Konsentrasi : Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah (PGMI)

Menyatakan bahwa naskah tesis ini secara keseluruhan adalah hasil penelitian/hasil karya saya sendiri, kecuali pada bagian-bagian yang dirujuk sumbernya.

Yogyakarta, 10 Juni 2022
Saya yang Menyatakan,



Uswatun Chasanah
NIM. 20204081015

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

SURAT PERNYATAAN BERJILBAB

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Uswatun Chasanah
NIM : 20204081015
Jenjang : Magister (S2)
Program Studi : Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah (S2)
Konsentrasi : Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah (S2)

Adalah benar-benar beragama islam dan memakai jilbab. Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya.

Yogyakarta, 10 Juni 2022
Saya yang Menyatakan,



Uswatun Chasanah
NIM. 20204081015

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Uswatun Chasanah

NIM : 20204081015

Jenjang : Magister (S2)

Program Studi : Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah (PGMI)

Konsentrasi : Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah (PGMI)

Menyatakan bahwa naskah tesis ini secara keseluruhan benar-benar bebas dari plagiasi. Jika kemudian hari terbukti melakukan plagiasi, maka saya siap ditindak sesuai ketentuan hukum yang berlaku.

Yogyakarta, 10 Juni 2022
Saya yang Menyatakan,

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



Uswatun Chasanah
NIM/20204081015



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-3077/Un.02/DT/PP.00.9/11/2022

Tugas Akhir dengan judul : PENGEMBANGAN 'EDUGAMENOLOGY' BERBASIS KODULAR PADA APLIKASI PRAKTIKUM SAINS PEMBELAJARAN IPA KELAS IV SD/MI

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : USWATUN CHASANAH, S.Pd
Nomor Induk Mahasiswa : 20204081015
Telah diujikan pada : Jumat, 28 Oktober 2022
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. Siti Fatonah, S.Pd., M.Pd
SIGNED

Valid ID: 63806fa07a678



Penguji I
Dr. Aninditya Sri Nugraheni, S.Pd., M.Pd
SIGNED

Valid ID: 636bac0e85c76



Penguji II
Dr. Mohamad Agung Rokhimawan, M.Pd.
SIGNED

Valid ID: 637c46a5b2975



Yogyakarta, 28 Oktober 2022
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan
Prof. Dr. Hj. Sri Sumarni, M.Pd.
SIGNED

Valid ID: 6384049a80c19

NOTA DINAS PEMBIMBING

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

Assalamu'alaikum. Wr. Wb.

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

**PENGEMBANGAN EDUGAMENOLOGY BERBASIS KODULAR DALAM
PEMBELAJARAN IPA KELAS IV SD/MI**

Yang ditulis oleh:

Nama : Uswatun Chasanah
NIM : 20204081015
Jenjang : Magister (S2)
Program Studi : Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah (S2)
Konsentrasi : Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah (S2)

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

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 15 September 2022
Pembimbing,



**Dr. Hj. Siti Fatonah, M. Pd.
NIP. 19710205 199903 2 008**

ABSTRAK

Uswatun Chasanah, NIM 20204081015. Tesis *Pengembangan Edugamenology Berbasis Kodular dalam Pembelajaran IPA Kelas IV SD/MI*, Magister Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah Fakultas Ilmu tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Perkembangan teknologi yang begitu pesat tidak sepatutnya membuat pendidikan yang tunduk kepada teknologi, namun pendidikan dapat menaklukkan teknologi. Keterampilan proses sains dapat diperoleh dari kegiatan ilmiah. Pembelajaran IPA membutuhkan kegiatan praktikum. Tidak semua materi dapat dipraktikkan secara nyata seperti materi perubahan energi alternatif. Memaksakan materi yang sulit dipraktikkan secara langsung dapat membahayakan peserta didik. Agar inti dari proses pembelajaran IPA dapat tercapai, maka dapat memanfaatkan praktikum virtual. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan aplikasi media pembelajaran yang layak, dapat diimplementasikan dalam pembelajaran IPA, serta dapat meningkatkan keterampilan proses sains dan kognitif peserta didik.

Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan model pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation*). Teknik pengumpulan data menggunakan angket, tes, observasi, wawancara, dan dokumentasi. Lembar angket para ahli, *peer reviewer* dan guru menggunakan skala *likert* dan angket peserta didik menggunakan skala *guttman*. Lembar observasi, pedoman wawancara, dan dokumentasi digunakan untuk proses pengambilan data di lapangan. Analisis data menggunakan kualitatif dan kuantitatif, yakni merubah data kualitatif menjadi kuantitatif. Sampel uji coba di lapangan produk ini adalah 91 peserta didik kelas IV SD/MI di kecamatan Turi Kabupaten Lamongan dan Pondok Pesantren Al-Miftah Putri Sleman. Validasi media pembelajaran melibatkan ahli materi, ahli teknologi pembelajaran, dan ahli bahasa Indonesia. Kemudian dinilai dan direpson oleh 3 *peer reviewer*, 3 guru kelas IV SD/MI, dan peserta didik kelas IV SD/MI.

Hasil dari penelitian ini adalah skor rata-rata yang diperoleh dari ahli materi mendapatkan 4,3 predikat sangat baik (SB), ahli teknologi pembelajaran mendapatkan skor rata-rata 4,6 predikat sangat baik (SB), dan ahli bahasa Indonesia mendapatkan skor rata-rata 4,8 predikat sangat baik (SB). Sementara itu, total skor rata-rata yang diperoleh dari ketiga *peer reviewer* adalah 4,8 kategori sangat baik (SB), dari ketiga guru kelas IV SD/MI mendapatkan skor rata-rata 4,9 kategori sangat baik (SB), dan persentase rata-rata dari hasil uji produk di lapangan memperoleh respon 100% positif. Edugamenology merupakan pengalaman baru bagi peserta didik. Sikap ilmiah yang terlihat, peserta didik mempunyai rasa ingin tahu, mandiri, berani mencoba, tanggung jawab, percaya diri, dan mawas diri. Edugamenology dapat mempengaruhi kemampuan kognitif peserta didik dengan nilai sig $0,000 < 0,05$. Keterampilan proses sains yang muncul selama simulasi praktikum virtual adalah kemampuan mengamati, mengkomunikasikan, dan menyimpulkan.

Kata Kunci: Pengembangan, Edugamenology, Kodular, Pembelajaran IPA

ABSTRACT

Uswatun Chasanah, NIM 20204081015. Thesis on Codular-Based Edugamenology Development in Science Learning Class IV SD/MI, Masters in Teacher Education for Madrasah Ibtidaiyah, Faculty of Tarbiyah and Teacher Training, State Islamic University of Sunan Kalijaga Yogyakarta.

The rapid development of technology does not make education subject to technology, but education can beat technology. Science process skills can be obtained from scientific activities. Science learning requires practical activities. Not all materials can be put into practice in real terms like alternative energy changes. Forcing material that is difficult to practice directly can harm students. So that the core of the science learning process can be achieved, it can take advantage of virtual practicum. This study aims to produce appropriate learning media applications, can be implemented in science learning, and can improve science process skills and students.

The research method used is Research and Development (R&D) with the ADDIE development model (Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation). Data collection techniques using questionnaires, test, observations, interviews, and documentation. Questionnaire sheets for experts, peer reviewers and teachers used the Likert scale and student questionnaires used the Guttman scale. Observation sheets, interview guidelines, and documentation were used for the data collection process in the field. Data analysis uses qualitative and quantitative, namely changing qualitative data into quantitative. The field trial sample for this product was 91 fourth grade elementary/MI students in Turi sub-district, Lamongan regency and Al Miftah Islamic Boarding School. The validation of learning media involves material experts, learning technology experts, and Indonesian language experts. Then assessed and responded to by 3 peer reviewers, 3 grade IV SD/MI teachers, and fourth grade SD/MI students.

The results of this study are the average score obtained from material experts gets 4.3 very good predicates (SB), learning technology experts get an average score of 4.6 very good predicates (SB), and Indonesian language experts get an average score -average 4.8 very good predicate (SB). Meanwhile, the total average score obtained from the three peer reviewers was 4.8 in the very good category (SB), from the three fourth grade teachers of SD/MI getting an average score of 4.9 in the very good category (SB), and the percentage the average of the product test results in the field obtained a 100% positive response. Edugamenology is a new experience for students. Scientific attitude that is visible, students have curiosity, independence, dare to try, responsibility, self-confidence, and introspection. Edugamenology can affect the cognitive abilities of students with a sig value of $0.000 < 0.05$. Science process skills that emerge during virtual practicum simulations are the ability to observe, communicate, and conclude.

Keywords: *Development, Edugamenology, Codular, Science Learning*

PEDOMAN TRANSLITERASI ARAB-LATIN

Pedoman transliterasi arab-latin sudah disesuaikan dengan Surat Keputusan Bersama Menteri Agama Republik Indonesia dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 158/1987 dan 0543b/187, tanggal 22 Januari 1988.

A. Konsonan Tunggal

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	ħa	ħ	Ha (dengan titik di bawah)
خ	kha	Kh	Ka dan Ha
د	dal	D	Dal
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	ḍad	ḍ	De (dengan titik di bawah)
ط	ṭa'	ṭ	Te (dengan titik di bawah)
ظ	ž'a'	ž	Zet (dengan titik di bawah)
ع	'ain	'	Koma terbalik di atas'
غ	gain	G	Ge
ف	fa'	F	Ef
ق	qaf	Q	Qi
ك	kaf	K	Ka
ل	lam	L	El
م	mim	M	Em
ن	nun	N	En
و	wawu	W	We
ه	ha'	H	Ha
ء	hamzah	'	Apostrof
ي	ya'	Y	Ye

B. Konsonan Rangkap karena Syaddah ditulis Rangkap

متعقدين	ditulis	muta' aqqidin
عدة	ditulis	'iddah

C. Ta' Marbutah

1. Bila dimatikan ditulis h

هبة	Ditulis	hibbah
جزية	ditulis	jizyah

(ketentuan ini tidak diperlakukan terhadap kata-kata Arab yang sudah terserap ke dalam Bahasa Indonesia, seperti shalat, zakat, dan sebagainya, kecuali bila dikehendaki lafal aslinya).

Bila diikuti dengan kata sandang "al" serta bacaan kedua itu terpisah, maka ditulis dengan h.

كرامة الأولياء	ditulis	karāmah auliyā'
----------------	---------	-----------------

2. Bila ta' marbutah hidup dengan harakat fathah, kasrah, dan dammah ditulis t

زكاة الفطر	ditulis	Zakāṭul fitri
------------	---------	---------------

D. Vokal Pendek

◌َ	Kasrah	ditulis	i
◌ِ	Fathah	ditulis	a
◌ُ	Dammah	ditulis	u

E. Vokal Panjang

fathah + alif	ditulis	ā
جاهلية	ditulis	jāhiliyyah
fathah + ya' mati	ditulis	ā

يسعى kasrah + ya' mati	ditulis	yas'ā
كريم dammah + wawu mati	ditulis	ī
فروض	ditulis	karīm
	ditulis	ū
	ditulis	furūd

F. Vokal Rangkap

fathah + ya' mati بينكم	ditulis	ai
fathah + wawu mati قول	ditulis	bainakum
	ditulis	au
	ditulis	qaulun

G. Vokal Pendek yang Berurutan dalam Satu kata dipisahkan dengan Apostrof

أنتم	ditulis	a'antum
أعدت	ditulis	u'iddat
لإن شكرتم	ditulis	la'in syakartum

H. Kata Sandang Alif + lam

1. Bila Diikuti Huruf Qamariyah

القرآن	ditulis	al-Qur'an
القياس	ditulis	al-Qiyās

2. Bila Diikuti Huruf Syamsiyah Ditulis Dengan Menggandakan Huruf Syamsiyah Yang Mengikutinya Serta Menghilangkan Huruf L (El)-Nya.

السماء	ditulis	as-Samā'
الشمس	ditulis	asy-Syams

I. Penulisan Kata-kata dalam Rangkaian Kalimat

ذوي الفروض	ditulis	zawī al-furūd
أهل السنة	ditulis	ahl as-sunnah

KATA PENGANTAR

Rasa syukur *Alhamdulillah* dipanjatkan kepada Allah SWT atas rahmat, nikmat, dan hidayah-Nya sehingga tesis yang berjudul “Pengembangan Edugamenology Berbasis Kodular dalam Pembelajaran IPA Kelas IV SD/MI” telah selesai disusun. Shalawat dan salam selalu terhaturkan kepada Nabi Muhammad SAW, Nabi akhiruzzaman, penunjuk yang menuntun umatnya menuju jalan yang penuh cahaya kemuliaan. Tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk meraih gelar Magister Pendidikan (M. Pd.) di Program Pascasarjana Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Penyusunan tesis ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, baik secara moril maupun materil. Untuk itu, pada kesempatan ini izinkanlah menyampaikan ucapan terima kasih yang setulusnya kepada seluruh pihak yang saya sebutkan di bawah ini:

1. Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta bapak Prof. Phil Al Makin, M. A
2. Dekan fakultas ilmu tarbiyah dan keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta Ibu Prof. Dr. Sri Sumarni, M. Pd.
3. Ketua program studi S2 PGMI sekaligus sebagai dosen pembimbing tesis saya, ibu Dr. Hj. Siti Fathonah yang telah memberikan arahan dan bimbingan.
4. Sekretaris program studi S2 PGMI sekaligus dosen yang sering memberikan nasihat dan motivasi, ibu Dr. Aninditya Sri Nugraheni, M. Pd.
5. Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) yang telah berkontribusi penting dalam menempuh dan menyelesaikan program pascasarjana di UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

6. Validator instrumen penelitian bapak Dr. Shaleh, M.Pd., yang sudah membantu memvalidasi dan memberikan masukan alat yang akan digunakan proses pengambilan data di lapangan.
7. Ahli materi IPA bapak Dr. Mohamad Agung Rokhimawan, M. Pd., ahli teknologi pembelajaran bapak Christian Jonathan, dan ahli bahasa Indonesia ibu Dr. Aninditya Sri Nugraheni, M. Pd., yang membantu menilai dan memberikan masukan edugamenology.
8. Para *peer reviewer* dan guru kelas IV SD/MI kecamatan Turi Lamongan yang telah membantu proses penilaian dan *review* edugamenology.
9. Kepala sekolah, kepala madrasah , dan guru kelas IV MI Mambaul Ma'arif Putatlor, SDN 1 Putatkumpul. MI As Syafiiyah Kruwul, MI As Syafiyah Keben, MI As Syafiiyah Pomahan Janggan, SDN Sukorejo, dan SDN Turi yang sudah mengizinkan melakukan penelitian di sekolah tersebut.
10. Seluruh peserta didik MI Mambaul Ma'arif Putatlor, SDN 1 Putatkumpul. MI As Syafiiyah Kruwul, MI As Syafiyah Keben, MI As Syafiiyah Pomahan Janggan, SDN Sukorejo, dan SDN Turi yang sudah membantu mensukseskan uji edugamenology ini di lapangan.
11. Ayah Usman Ali dan Ibu Khuzaimatus Sholih yang tidak pernah lelah memberikan dukungan, motivasi, nasihat, dan do'a kepada putrinya.
12. Adikku M. Rijalul Aqil Shafiyullah dan Adiba Az-Zahra Nurus Sya'bana yang selalu menghibur dan membantu kakaknya.
13. Partner perjuangan yang selalu memberikan dukungan, motivasi, bantuan, dan do'a di setiap langkah menyelesaikan tesis ini.

14. Teman-teman awardee LPDP angkatan 2019 yang sudah memberikan arahan, nasihat, dan motivasi di setiap langkah.
15. Teman-teman perjuangan angkatan 2020 Program Studi Magister Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah atas nasihat, saran dan dukungannya.
16. Serta seluruh pihak lainnya yang sudah membantu dan memberikan saran atau masukan, sehingga tesis ini dapat terselesaikan tepat waktu.

Selama menimba ilmu dan menyelesaikan tugas tesis ini tentunya tidak terlepas dari kesalahan atau kekurangan, mohon maaf atas segala kekurangan atau kesalahannya. Semoga tesis ini dapat memberikan manfaat kepada negara, nusa, dan bangsa Indonesia, khususnya pendidikan di Indonesia.

Yogyakarta, 28 Juni 2022
Peneliti,



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGAN
YOGYAKARTA

Uswatun Chasanah, S. Pd.
NIM. 20204081015

MOTTO

لَهُ مُعَقَّبَاتٌ مِّنْ بَيْنِ يَدَيْهِ وَمِنْ خَلْفِهِ يَحْفَظُونَهُ مِنْ أَمْرِ اللَّهِ إِنَّ اللَّهَ لَا يُغَيِّرُ مَا بِقَوْمٍ حَتَّىٰ يُغَيِّرُوا مَا بِأَنْفُسِهِمْ ۗ وَإِذَا أَرَادَ اللَّهُ بِقَوْمٍ سُوءًا فَلَا مَرَدَّ لَهُ ۗ وَمَا لَهُمْ مِّنْ دُونِهِ مِنْ وَالٍ ﴿١١﴾

Suatu kaum, tidak ada yang dapat menolaknya, dan sekali-kali tidak ada Artinya: “Baginya (manusia) ada malaikat-malaikat) yang menyertainya secara bergiliran dari depan dan belakangnya yang menjaganya atas perintah Allah. Sesungguhnya Allah tidak mengubah apa yang ada pada diri mereka. Apabila Allah menghendaki keburukan terhadap pelindung bagi mereka selain Dia.”

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tesis ini penulis persembahkan kepada

Almamater Tercinta

Program Studi Magister Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah

Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	ii
SURAT PERNYATAAN BERJILBAB	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
NOTA DINAS PEMBIMBING.....	vi
ABSTRAK	vii
PEDOMAN TRANSLITERASI ARAB-LATIN	ix
KATA PENGANTAR.....	xii
MOTTO	xv
HALAMAN PERSEMBAHAN	xvi
DAFTAR ISI.....	xvii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR GAMBAR.....	xx
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	11
C. Tujuan dan Kegunaan Penelitian	11
D. Kajian Pustaka.....	13
E. Metodologi Penelitian	19
1. Model Pengembangan	19
2. Prosedur Pengembangan	20
3. Uji Coba Produk.....	24
4. Instrumen Pengumpulan Data	26
5. Teknik Analisis Data	28
6. Uji Pengaruh Produk	31
F. Sistematika Pembahasan	39
BAB II TEORI EDUGAMENOLOGY DAN PEMBELAJARAN IPA	40
A. Media Pembelajaran.....	40
B. Aplikasi Edugamenology	50
C. Kodular.....	59
D. Pembelajaran IPA SD/MI	64
1. Proses Pembelajaran IPA di SD/MI	64
2. Keterampilan Proses Sains	70
3. Model Pembelajaran Inkuiri	79
4. Perubahan Bentuk Energi Alternatif	91
E. Kerangka Pikir	97
F. Hipotesis Penelitian.....	99
BAB III HASIL PENGEMBANGAN EDUGAMENOLOGY DAN	
KETERAMPILAN PROSES SAINS	100
A. Prosedur Pengembangan Edugamenology	100
B. Kelayakan Edugamenology Dalam Pembelajaran IPA Kelas IV SD/MI	116
C. Respon Peserta Didik terhadap Edugamenology	139
D. Hasil Akhir Produk Edugamenology	147

E. Kemampuan Kognitif dan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik	152
BAB IV PENUTUP	167
A. Kesimpulan	167
B. Saran.....	169
DAFTAR PUSTAKA	171
LAMPIRAN.....	190
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	221



DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1	Daftar Nama Para Ahli.....	25
Tabel 1. 2	Daftar Nama <i>Peer Reviewer</i> dan Guru	26
Tabel 1. 3	Kisi-kisi Penilaian Angket Ahli Materi	27
Tabel 1. 4	Kisi-kisi Penilaian Angket Ahli Teknologi Pembelajaran.....	27
Tabel 1. 5	Kisi-kisi Penilaian Angket Ahli Bahasa.....	27
Tabel 1. 6	Kisi-kisi Penilaian Angket untuk <i>Peer Reviewer</i> dan Guru.....	28
Tabel 1. 7	Pedoman Pemberian Skala <i>Likert</i> (Para Ahli, <i>Peer Reviewer</i> , dan Guru)	29
Tabel 1. 8	Pedoman Pemberian Skor Skala <i>Guttman</i> (Respon Peserta didik).....	29
Tabel 1. 9	Kategori Penilaian Produk	30
Tabel 1. 10	Panduan Persentase Skor Peserta didik.....	31
Tabel 1. 11	Desain Eksperimen	32
Tabel 1. 12	Nilai Koefisien Korelasi r_{hitung}	34
Tabel 1. 13	Kriteria Koefisien Reliabilitas	35
Tabel 1. 14	Pedoman Ketentuan Nilai Daya Beda Soal.....	36
Tabel 1. 15	Nilai Indeks Kesukaran Soal.....	37
Tabel 1. 16	Interpretasi Normalized-Gain	38
Tabel 2. 1	Klasifikasi Media Pembelajaran	46
Tabel 2. 2	Keterampilan Proses Dasar Sains	74
Tabel 2. 3	Keterampilan Terintegrasi Sains.....	77
Tabel 2. 4	Keunggulan dan Kelemahan Model Pembelajaran Inkuiri	91
Tabel 3. 1	Data Hasil Penilaian Kualitas Materi oleh Ahli Materi	117
Tabel 3. 2	Saran dan Masukan dari Ahli Materi	118
Tabel 3. 3	Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar IPA Tema 9.....	120
Tabel 3. 4	Data Hasil Penilaian Kualitas Edugamenology oleh Ahli Teknologi Pembelajaran	121
Tabel 3. 5	Saran dan Masukan dari Ahli Teknologi Pembelajaran.....	121
Tabel 3. 6	Data Hasil Penilaian Kualitas Bahasa oleh Ahli Bahasa Indonesia... ..	126
Tabel 3. 7	Saran dan Masukan dari Ahli Bahasa Indonesia.....	127
Tabel 3. 8	Data Hasil Penilaian Kualitas Edugamenology oleh <i>Peer Reviewer</i>	130
Tabel 3. 9	Saran dan Masukan dari <i>Peer Reviewer</i>	131
Tabel 3. 10	Data Hasil Penilaian Kualitas Edugamenology oleh Guru Kelas IV SD/MI.....	135
Tabel 3. 11	Data Hasil Uji Coba Terbatas Edugamenology	139
Tabel 3. 12	Data Hasil uji Coba Luas Edugamenology	140
Tabel 3. 13	Hasil Respon Peserta Didik Per Indikator.....	144
Tabel 3. 14	Hasil Keterampilan Proses Sains Peserta Didik.....	162

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Dokumentasi dari Beberapa Aplikasi.....	9
Gambar 2. 1 Kerucut Pengalaman Edgare Dale.....	43
Gambar 2. 2 Tampilan Halaman Awal Kodular	60
Gambar 2. 3 Tampilan Menu Kodular	61
Gambar 2. 4 Tampilan Programming Blocks Kodular	63
Gambar 2. 5 Bagan Karakteristik Pembelajaran IPA.....	65
Gambar 2. 6 Hierarki IPA sebagai Produk.....	66
Gambar 2. 7 Kerangka Pikir.....	98
Gambar 3. 1 <i>Site Map</i> Edugamenology	102
Gambar 3. 2 Hasil Penambahan jumlah Simulasi Praktikum Virtual.....	106
Gambar 3. 3 Menu Kuis, Bentuk Soal Kuis 1 dan Kuis 2	108
Gambar 3. 4 Penambahan Nama Dosen Pembimbing Tesis.....	109
Gambar 3. 5 Meteran Gas di Edugamenology	110
Gambar 3. 6 Regulator LPG yang Sering digunakan.....	110
Gambar 3. 7 Screen Halaman Mulai	111
Gambar 3. 8 Screen Halaman Menu Praktikum.....	112
Gambar 3. 9 Screen Halaman Materi	113
Gambar 3. 10 Screen Halaman Menu Praktikum 1	113
Gambar 3. 11 Screen Halaman Menu Praktikum 2	114
Gambar 3. 12 Screen Halaman Menu Kuis.....	115
Gambar 3. 13 Screen Halaman Menu Info Aplikasi	116
Gambar 3. 14 Grafik Hasil Penilaian Validator	129
Gambar 3. 15 Halaman Pembuka dan Panduan Penggunaan Edugamenology ..	148
Gambar 3. 16 Tampilan Menu Simulasi Praktikum Edugamenology	150
Gambar 3. 17 Tampilan Menu Kuis Edugamenology	151
Gambar 3. 18 Tampilan Menu Info Aplikasi Edugamenology.....	152
Gambar 3. 19 Hasil Uji Normalitas.....	152
Gambar 3. 20 Hasil Perhitungan Uji N-Gain	153
Gambar 3. 21 Hasil Uji Paired Sample T-Test	154
Gambar 3. 22 Bagan Skor Kuis 1 MI Mamba'ul Ma'arif.....	157
Gambar 3. 23 Bagan Skor Kuis 1 SDN 1 Putatkumpul	158
Gambar 3. 24 Bagan Skor Kuis 1 MI As-Syafi'iyah Kruwul.....	158
Gambar 3. 25 Bagan Skor Kuis 1 MI As-Syafi'iyah Keben.....	159
Gambar 3. 26 Bagan Skor Kuis 1 MI As-Syafi'iyah Janggan	160
Gambar 3. 27 Bagan Skor Kuis 1 SDN Sukorejo	160
Gambar 3. 28 Bagan Skor Kuis 1 SDN Turi.....	161

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan revolusi industri 4.0 memberikan imbas kepada dunia pendidikan, apalagi sekarang telah digagas rancangan persiapan untuk menghadapi era *society 5.0*.¹ Revolusi industri 4.0 dan *society 5.0* terjadi pada abad 21, era yang sering dikenal sebagai era teknologi. *Cyber physical system* atau revolusi industri 4.0 adalah era diterapkannya kolaborasi antara teknologi *cyber* dengan teknologi otomatisasi yang mempunyai lima pilar pokok, yaitu IoT (*Internet of Things*), *big data*, AI (*Artificial Intelligence*), *cloud computing*, dan *additive manufacturing*.² Seperti maknanya, *society 5.0* yakni gambaran masyarakat yang mampu menyelesaikan bermacam-macam jenis tantangan dan persoalan sosial melalui penggunaan inovasi-inovasi di era revolusi industri 4.0.³

Sebagai pendidik profesional, guru juga harus mampu beradaptasi dengan pembelajaran abad 21. Artinya kemampuan beradaptasi tersebut dirangkum dalam 4C (*Creativity, Critical Thinking, Communication, and Collaboration*) untuk menghadapi tantangan revolusi industri 4.0 dan *society 5.0*.⁴ Salah satu usaha untuk menciptakan SDM unggul untuk menghadapi

¹ Kresnoadi, 'Sejarah Revolusi Industri 4.0 dan Apa itu Era Society 5.0?', Education, ruangguru.com, 3 January 2021, <https://www.ruangguru.com/blog/revolusi-industri-4.0>.

² Leski Rizkinaswara, 'Revolusi Industri 4.0', aptika.kominfo.go.id, Ditjen Aptika, 28 January 2020, 28, <https://aptika.kominfo.go.id/2020/01/revolusi-industri-4-0/>.

³ Direktorat Sekolah Dasar: Direktorat Jenderal PAUD, Dikdas dan Dikmen Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi, 'Menyiapkan Pendidik Profesional Di Era Society 5.0', ditpsd.kemdikbud.go.id, 3 February 2021, <http://ditpsd.kemdikbud.go.id/artikel/detail/menyiapkan-pendidik-profesional-di-era-society-50>.

⁴ Monovatra Predy Rezky et al., 'Generasi Milenial Yang Siap Menghadapi Era Revolusi Digital (Society 5.0 Dan Revolusi Industri 4.0) Di Bidang Pendidikan Melalui Pengembangan

revolusi industri 4.0 dan society 5.0 adalah melalui program PPG (Pendidikan Profesi Guru), pelatihan, maupun workshop. Rata-rata guru tematik SD/MI di Kecamatan Turi Kabupaten Lamongan sudah pernah mengikuti program PPG dan dibekali dengan pengembangan diri baik *hard skill* maupun *soft skill*,⁵ Menurut peneliti, program PPG dapat membantu mengembangkan kompetensi dan pengembangan diri guru sebagai bekal menjadi guru yang profesional, berkarakter, inovatif dan kreatif.

Lembaga pendidikan dasar di kecamatan Turi terdiri dari 23 Sekolah Dasar dan 29 Madrasah Ibtidaiyah yang telah terakreditasi unggul dan baik sekali,⁶ dimana kedua lembaga pendidikan tersebut berdiri dibawah Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi RI dan Kementerian Agama RI. Analisis kebutuhan dilakukan pada 38% SD/MI yang terakreditasi unggul dan baik sekali. Lembaga pendidikan SD/MI di kecamatan Turi saat ini sedang merancang pola pembelajaran baru, yaitu pembelajaran berbasis digital dan adaptasi kurikulum merdeka belajar. Beberapa lembaga pendidikan sudah menekankan pembelajaran berbasis HOTS dan menerapkan pembelajaran berbasis digital di kelas IV SD/MI. Seperti memanfaatkan video

Sumber Daya Manusia', in *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana (PROSNAMPAS)*, vol. 2 (Seminar Nasional Pascasarjana, Semarang: Pusat Pengembang Jurnal Universitas Negeri Semarang, 2019), 1121, <https://proceeding.unnes.ac.id/index.php/snpasca/article/view/424>.

⁵ Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi, 'Peraturan Menteri Kementerian Riset, Teknologi, Dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia Nomor 55 Tahun 2017 Tentang Standar Pendidikan Guru', 55 § (2017), <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/140978/permen-ristekdikti-no-55-tahun-2017>.

⁶ Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 'Data Referensi Pendidikan', Daftar Satuan Pendidikan, accessed 3 December 2021, <https://referensi.data.kemdikbud.go.id/index11.php?kode=050718&level=3>.

pembelajaran di youtube dan media pembelajaran *microsoft power point* ketika menjelaskan materi kepada peserta didik.

Di era disrupsi teknologi, kepala sekolah dan guru mengakui bahwa pembelajaran di SD/MI kecamatan Turi harus menyesuaikan dengan perkembangan teknologi saat ini, supaya dapat mengimbangi dan memberikan pembelajaran yang kreatif dan inovatif kepada peserta didik sesuai dengan pembelajaran abad 21. Hal ini selaras dengan program kemendikbud ristek yang sejak tahun 2018 sudah merancang program pembelajaran berbasis TIK atau PmbaTIK. Program ini merujuk pada kerangka kerja UNESCO tentang peningkatan kompetensi TIK pada guru. UNESCO menjelaskan ada 3 level dalam *ICT CFT Structure*, yaitu *knowledge acquisition* (level 1), *knowledge deepening* (level 2), dan *knowledge creation* (level 3).⁷

Salah satu mata pelajaran di SD/MI yang dapat dipengaruhi dan dimanfaatkan oleh teknologi adalah mata pelajaran IPA (Ilmu Pengetahuan Alam). Contoh pengintegrasian antara IPA dengan teknologi dalam kehidupan manusia adalah pesawat terbang diciptakan berdasarkan menggunakan hukum newton, roket diciptakan menggunakan hukum bernoulli, dan kapal laut atau kapal selam diciptakan berlandaskan hukum archimedes.⁸ Mengintegrasikan teknologi dengan pembelajaran IPA yang menekankan *student centered*

⁷ UNESCO, 'UNESCO ICT Competency Framework for Teachers - UNESCO Digital Library' (Paris: the United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization, 2018), 21, <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265721>.

⁸ Bayu Sapta Hari, *Belajar IPA dan Matematika yang Efektif* (Bandung: Penerbit Duta, 2019), 18.

memperoleh respon positif dari peserta didik.⁹ Pembelajaran berbasis teknologi (digital) dapat menarik perhatian dan mendorong keaktifan peserta didik.¹⁰

Pada proses pembelajaran tematik di SD/MI kecamatan Turi metode yang sering digunakan oleh guru seperti metode ceramah, metode demonstrasi, metode diskusi dan tanya jawab. Sedangkan strategi dan pendekatan pembelajaran yang sering diterapkan kepada peserta didik adalah *discovery learning*, dan *project based learning*. Setiap selesai kegiatan pembelajaran guru memberikan LKPD (Lembar kerja Peserta Didik), percobaan sederhana, mengerjakan soal latihan baik dari LKS (Lembar Kerja Siswa), kegiatan literasi, kerja kelompok atau kolaborasi dengan kelompok lain yang bertujuan untuk mengembangkan kemampuan peserta didik selama proses pembelajaran.

Namun selama pembelajaran daring praktikum sains secara sederhana ditiadakan dan tidak teridentifikasi praktikum virtual yang dilaksanakan oleh sekolah. Hasil wawancara dengan guru kelas IV dan kepala sekolah 13 SD/MI yaitu 2 SD dan 3 MI di kelurahan Putatkumpul, serta 1 SD dan 7 MI kecamatan Turi menyebutkan sarana dan prasarana di sekolah tidak memadai, baru satu sekolah yang mempunyai laboratorium IPA yaitu MI Mifathul ulum Morogo, tablet atau laptop dari pemerintah juga kurang kompatibel dengan perkembangan teknologi masa kini. Di sisi lain, guru sudah disibukkan dengan administrasi pembelajaran daring. Sehingga pembelajaran daring cukup

⁹ Marian G. Rosenberg and Yunjo An, 'Supporting Science Teachers' Learner-Centered Technology Integration through Situated Mentoring', *Educational Process: International Journal* 8, no. 4 (2019): 255, <http://dx.doi.org/10.22521/edupij.2019.84.4>.

¹⁰ Tanya Christ, Poonam Arya, and Yu Liu, 'Technology Integration in Literacy Lessons: Challenges and Successes', *Literacy Research and Instruction* 58, no. 1 (2 January 2019): 11, <https://doi.org/10.1080/19388071.2018.1554732>.

menggunakan video dari youtube dan whatsapp group, lalu setiap satu minggu sekali peserta didik mengumpulkan *hardfile* tugasnya ke sekolah. Menurut peneliti meniadakan kegiatan praktikum selama pembelajaran daring dapat menghambat pengembangan keterampilan proses sains peserta didik.

Kegiatan praktikum IPA idealnya dilakukan setiap kompetensi dasar sesuai dengan karakteristik materi pembelajaran. Karena Pembelajaran IPA memiliki teori dan prinsip yang saling berhubungan dan dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari, sehingga dalam implementasi pembelajarannya membutuhkan eksperimen sebagai bentuk penanaman dan pengembangan keterampilan proses dalam pembelajaran IPA. Tetapi merujuk kondisi di lapangan, jumlah kegiatan praktikum belum dilakukan sesuai idealitasnya. Hal ini disebabkan oleh sulitnya mengakomodir kegiatan praktikum pada setiap materi IPA di kelas IV SD/MI. Padahal kegiatan praktikum IPA dapat melibatkan langsung peserta didik secara aktif, melalui kegiatan percobaan atau eksperimen peserta didik juga dapat melatih kreativitas, imajinasi, komunikasi, dan berpikir kritis dalam menyelesaikan suatu percobaan.¹¹

Pernyataan tersebut senada dengan pendapat Piaget, dimana dalam proses pembelajaran berbasis inkuiri melibatkan fisik dan mental, yakni dengan adanya eksperimen peserta didik dapat menghubungkan segala sesuatu yang telah terjadi dan menganalisis secara kritis dan kreatif.¹² Seperti bertanya,

¹¹ Siti Ulpah, 'Asyiknya Praktikum Virtual', BDK Jakarta Kementerian Agama RI, <https://bdkjakarta.kemenag.go.id/>, 12 November 2020, <http://https://bdkjakarta.kemenag.go.id//berita/asyiknya-praktikum-virtual>.

¹² Fitria Rizkiana, I. Wayan Dasna, and Siti Marfu'ah, 'Pengaruh Praktikum dan Demonstrasi dalam Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Terhadap Motivasi Belajar Siswa pada Materi

membandingkan setiap hasil penemuan selama praktikum, serta menganalisis dan memecahkan permasalahan secara mandiri. Namun realita di lapangan, tidak semua materi IPA di SD/MI disertai dengan praktikum dan pembuatan laporan praktikum. Sebab tidak semua materi dapat dipraktikkan secara langsung di kelas. Pada materi perubahan bentuk energi alternatif pada kelas IV SD/MI masih cenderung abstrak, sebab ada proses sains yang sulit diterapkan secara langsung kepada peserta didik.

Misalnya praktikum pemanfaatan energi air pada energi listrik dan biogas, seringkali pada percobaan perubahan bentuk energi listrik dari sumber energi alternatif di kelas tidak melibatkan listrik secara langsung karena terlalu berbahaya bagi peserta didik. Menurut peserta didik materi tersebut sulit dipahami dan sulit membuat replika sederhana di kelas. Praktikum virtual dapat menjadi alternatif jika kegiatan praktikum tidak dapat dilaksanakan langsung di laboratorium atau praktikum di kelas secara sederhana. Praktikum virtual dapat dijadikan pengganti praktikum secara langsung dalam dunia nyata, jika materi yang akan digunakan dalam praktikum dapat membahayakan peserta didik, peralatan untuk melakukan praktikum secara nyata belum memadai, dan materi yang akan dipraktikkan lebih mudah dipraktikkan secara virtual kepada peserta didik kelas IV SD/MI. Seperti hasil penelitian Liao dkk yang mengembangkan media pembelajaran berbasis AR (*Augmented Reality*) dan IoT (*Internet of Things*) untuk materi pencemaran lingkungan.¹³

Asam Basa Ditinjau dari Kemampuan Awal', *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan* 1, no. 3 (1 March 2016): 355, <https://doi.org/10.17977/jp.v1i3.6161>.

¹³ Yi-Wen Liao, Min-Chai Hsieh, and Chun-Wang Wei, 'Effectiveness of Integrating AR and IoT Technologies into Environmental Education for Elementary School Students', in *2021*

Menindak lanjuti problematika yang sudah dipaparkan, peneliti berupaya mengembangkan media pembelajaran *virtual laboratory* berbasis android. Oleh karena itu, produk ini hanya dapat digunakan pada smartphone atau tablet saja. Menurut UNESCO, menggunakan teknologi seluler seperti *smartphone* dan tablet dapat memajukan kesetaraan pendidikan, meningkatkan efisiensi dan produktivitas di kelas, dan memfasilitasi pembelajaran yang dipersonalisasi.¹⁴ Alasan peneliti memilih android adalah karena dalam kehidupan sehari-hari smartphone atau tablet sudah menjadi bagian integral dan sering dimanfaatkan peserta didik untuk mengakses informasi dan pengetahuan dari berbagai seluler sesuai kebutuhan.

Hasil analisis kebutuhan menunjukkan selama pembelajaran daring pandemi covid-19 peserta didik lebih sering memanfaatkan smartphone atau tablet daripada PC maupun laptop untuk pembelajaran daring. Selain itu, tidak menutup kemungkinan di masa yang akan datang perkembangan teknologi informasi dan komunikasi akan jauh lebih canggih daripada sekarang, pembelajaran tidak hanya terpusat di ruang kelas dan terpusat pada satu alat teknologi saja. Argumentasi tersebut dikuatkan dengan hasil penelitian Huda,¹⁵

International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), 2021, 1, <https://doi.org/10.1109/ICALT52272.2021.00031>.

¹⁴ UNESCO, 'UNESCO ICT Competency Framework for Teachers - UNESCO Digital Library' (Paris: the United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization, 2018), 16, <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265721>.

¹⁵ Irkham Abdaul Huda, 'Perkembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) Terhadap Kualitas Pembelajaran di Sekolah Dasar', *Jurnal Pendidikan dan Konseling* 2, no. 1 (2020): 123, <https://doi.org/10.31004/jpdk.v1i2.622>.

Victor dkk,¹⁶ Shadieff dkk,¹⁷ Mayer,¹⁸ Cuturi dkk,¹⁹ dan Burdina dkk,²⁰ tentang perkembangan dan implementasi teknologi seluler di SD/MI pada masa sekarang dan masa yang akan datang.

Di sisi lain, belum adanya media pembelajaran *virtual laboratory* yang beredar di lapangan yang dikhususkan untuk peserta didik usia SD/MI pada materi perubahan bentuk energi alternatif. Peneliti menelusuri, terdapat *online laboratory* berbasis web, namun hanya dikhususkan untuk peserta didik kelas 9 sampai kelas 12 berbasis simulasi dan semua jenjang pendidikan. Untuk yang berbasis *mobile learning app*, di play store peneliti menemukan aplikasi permainan *science lab*. Tetapi untuk materi *chemistry* (kimia), rangka manusia, dan pencampuran benda padat, gas, dan cair untuk usia SD/MI berbasis permainan (*game*). Peraturannya peserta didik diminta memberikan warna pada gambar, mencocokkan dua benda berbeda untuk melihat perubahannya, atau peserta didik diminta menjawab soal *make a match* materi rangka.

Kekurangan aplikasi-aplikasi tersebut adalah berbahasa asing, belum ada kuis yang sesuai dengan konten *game*, pengantar materi yang disajikan pada

¹⁶ Victor R. Lee, Joel R. Drake, and Jeffrey L. Thayne, 'Appropriating Quantified Self Technologies to Support Elementary Statistical Teaching and Learning', *IEEE Transactions on Learning Technologies* 9, no. 4 (October 2016): 264, <https://doi.org/10.1109/TLT.2016.2597142>.

¹⁷ Rustam Shadieff, Wu-Yuin Hwang, and Yueh-Min Huang, 'Review of Research on Mobile Language Learning in Authentic Environments', *Computer Assisted Language Learning* 30, no. 3-4 (19 May 2017): 9, <https://doi.org/10.1080/09588221.2017.1308383>.

¹⁸ Richard E. Mayer, 'Where Is the Learning in Mobile Technologies for Learning?', *Contemporary Educational Psychology* 60 (2020): 6, <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2019.101824>.

¹⁹ Luigi F. Cuturi et al., 'Informing the Design of a Multisensory Learning Environment for Elementary Mathematics Learning', *Journal on Multimodal User Interfaces* 16, no. 2 (2022): 164, <https://doi.org/10.1007/s12193-021-00382-y>.

²⁰ Gulnara M. Burdina, Irina E. Krapotkina, and Liliya G. Nasyrova, 'Distance Learning in Elementary School Classrooms: An Emerging Framework for Contemporary Practice', *International Journal of Instruction* 12, no. 1 (2019): 2.

game, LKPD, dan belum teridentifikasi praktikum virtual materi perubahan bentuk energi alternatif. Namun kelebihanannya, ada satu aplikasi yang terdapat kesimpulan di setiap akhir sesi dari *game* yang sudah dikerjakan. Hasil analisis temuan di atas juga menjadi landasan peneliti dalam mengembangkan produk dalam penelitian ini. Berikut ini adalah dokumentasi beberapa aplikasi yang sudah dipaparkan pada penjelasan sebelumnya:



Gambar 1.1 Dokumentasi dari Beberapa Aplikasi

Materi yang diambil dalam aplikasi media pembelajaran praktikum virtual ini adalah perubahan bentuk energi pada kincir air dan biogas. Konsepnya adalah mengemas materi yang masih bersifat abstrak menjadi konkret secara virtual, seakan-akan peserta didik sedang mengerjakan secara langsung dalam dunia nyata. Peneliti berupaya mengintegrasikan pendekatan

gamifikasi dengan model pembelajaran inkuiri terbimbing dalam media pembelajaran praktikum virtual pada materi perubahan bentuk energi alternatif kelas IV SD/MI melalui *software* Kodular. Hasil penelitian lain menunjukkan, pembelajaran berbasis *collaborative inquiry-based learning* dengan menggunakan aplikasi seluler dapat membantu guru memonitoring pencapaian pembelajaran dan membantu meningkatkan keterampilan peserta didik dalam memecahkan masalah secara kolaboratif (*collaborative problem-solving*) selama pembelajaran daring.²¹ Lain daripada itu, pembelajaran berbasis game dapat mempengaruhi motivasi berprestasi peserta didik SD/MI.²²

Peneliti tidak mengembangkan metode atau strategi dan model, karena untuk menghindari pasifnya peserta didik dalam proses pembelajaran. Tidak semua peserta didik mempunyai tingkat kepercayaan diri yang tinggi, mempercayai kompetensi yang mereka miliki bahwa sesungguhnya mereka mampu. Harapannya, selain membantu peserta didik belajar dan memberikan pengalaman baru kepada peserta didik, juga mampu meningkatkan keterampilan proses sains dan mengembangkan sikap ilmiah atau aspek afektif peserta didik seperti percaya diri, tanggung jawab, mandiri dan berani.

²¹ Yanjie Song et al., 'Mapping Primary Students' Mobile Collaborative Inquiry-Based Learning Behaviours in Science Collaborative Problem Solving via Learning Analytics', *International Journal of Educational Research* 114 (1 January 2022): 1, <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2022.101992>.

²² Tahereh Partovi and Majid Reza Razavi, 'The Effect of Game-Based Learning on Academic Achievement Motivation of Elementary School Students', *Learning and Motivation* 68 (1 November 2019): 1, <https://doi.org/10.1016/j.lmot.2019.101592>.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimanakah prosedur pengembangan edugamenology berbasis kodular dalam pembelajaran IPA kelas IV SD/MI?
2. Bagaimanakah kelayakan edugamenology berbasis kodular dalam pembelajaran IPA Kelas IV MI SD/MI?
3. Bagaimanakah respon peserta didik terhadap penerapan edugamenology berbasis kodular dalam pembelajaran IPA kelas IV SD/MI?
4. Bagaimana pengaruh penerapan edugamenology terhadap kemampuan kognitif peserta didik dan keterampilan proses sains dalam pembelajaran IPA kelas IV SD/MI?

C. Tujuan dan Kegunaan Penelitian

1. Tujuan Penelitian

- a. Untuk menghasilkan produk edugamenology berbasis Kodular dalam pembelajaran IPA kelas IV SD/MI.
- b. Untuk menghasilkan edugamenology berbasis kodular yang layak dalam pembelajaran IPA kelas IV SD/MI.
- c. Untuk mengetahui respon peserta didik terhadap penerapan edugamenology berbasis kodular dalam pembelajaran IPA kelas IV SD/MI.
- d. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan edugamenology dalam pembelajaran IPA untuk meningkatkan kemampuan kognitif dan keterampilan proses sains peserta didik kelas IV SD/MI.

2. Kegunaan Penelitian

a. Secara Teoritik

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan khazanah bagi pendidikan di Indonesia, khususnya untuk pembelajaran IPA di SD/MI.

b. Secara Praktis

1) Untuk Guru

Membantu guru menjelaskan materi kepada peserta didik, memudahkan guru dalam menyiapkan materi yang sulit dipraktikumkan secara nyata, dan menambah wawasan guru tentang aplikasi simulasi praktikum virtual.

2) Untuk Peserta Didik

Memfasilitasi peserta didik mempelajari materi yang masih abstrak dan sulit dipraktikumkan secara langsung di kelas atau laboratorium, membantu peserta didik mempelajari dan memahami materi perubahan bentuk energi, serta memberikan pengalaman baru yang penuh makna kepada peserta didik dalam pembelajaran IPA di SD/MI.

3) Untuk Peneliti Lain

Untuk menambah pengetahuan bagi peneliti lain tentang pengembangan jenis atau bentuk media pembelajaran IPA di SD/MI yang berbasis teknologi.

D. Kajian Pustaka

1. Penelitian terdahulu dalam artikel internasional yang dilakukan oleh Pipiet Alifah, Ajat Sudrajat, Mohamad Syarif Sumantri, Otib Satibi, dan Ery Utomo dengan judul “*The Thematic Learning Module Based on MIT APP Inventor 2 for 4th Grade Elementary School.*” Penelitian tersebut menghasilkan modul berbasis android bernama SMArt (Seni Matematika Sosial) pada tema 3 subtema 2 kelas 4 SD. Jenis *software* yang digunakan penelitian sebelumnya dengan yang akan dilakukan pada tesis nanti hampir sama, namun berbeda pada komponennya. Penelitian sebelumnya menggunakan *software* MIT APP Inventor 2 untuk mengembangkan modul yang berbasis *game traditional* pada mata pelajaran tematik tema 3 sub tema 2 kelas IV SD,²³ tetapi penelitian yang akan dilakukan pada tesis menggunakan *software* Kodular untuk mengembangkan media pembelajaran berupa aplikasi praktikum virtual IPA di kelas IV SD/MI. Selain itu, kelemahan dari penelitian sebelumnya yakni hanya sebatas uji validasi yang dilakukan oleh para ahli. Belum sampai pada tahap penilaian oleh guru dan peserta didik, uji coba, uji efektifitas dan penyebaran produk.
2. Penelitian lain dilakukan oleh Nelsi Syaputrizar dan Raudhatul Jannah, dengan judul “*Media Pembelajaran Fisika Berbasis Mobile Learning Pada Platform Android Menggunakan Aplikasi APP Inventor untuk Meningkatkan Kemandirian Belajar Peserta Didik.*” Penelitian terdahulu

²³ Pipiet Alifah et al., ‘The Thematic Learning Module Based on MIT APP Inventor 2 for 4th Grade Elementary School’, in *Proceedings of the 2019 7th International Conference on Information and Education Technology*, ICIET 2019 (New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2019), 171, <https://doi.org/10.1145/3323771.3323816>.

mengembangkan media pembelajaran untuk fisika dengan menggunakan *software App Inventor*,²⁴ sementara penelitian yang akan dilakukan dalam tesis ini yaitu mengembangkan media pembelajaran praktikum virtual dalam pembelajaran IPA kelas IV SD/MI materi perubahan bentuk energi menggunakan *software* Kodular.

3. Penelitian tesis sebelumnya yang dilakukan oleh Seka Andean yang berjudul “*Pengembangan Aplikasi Tembang Dolanan sebagai Media Pembelajaran pada Mata Pelajaran Bahasa Jawa Kelas III di MI Ma’arif Darussalam Plaosan.*” Media tersebut berupa animasi video, memuat materi, lirik, terjemah tembangnya, dan alunan musiknya.²⁵ Persamaan dari penelitian tersebut dengan penelitian yang akan dilakukan pada tesis ini yaitu mengembangkan media pembelajaran berbasis teknologi, akan tetapi ada perbedaan di antara keduanya. Dimana penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya berbasis komputer materi bahasa Jawa di kelas III dengan model pengembangan Borg and Gall, sementara yang akan pada penelitian tesis ini media pembelajaran yang dikembangkan berbasis android pada materi IPA kelas IV menggunakan model pengembangan ADDIE, dengan memanfaatkan *software* Kodular.

²⁴ Nelsi Syaputrizal and Raudhatul Jannah, ‘Media Pembelajaran Fisika Berbasis Mobile Learning pada Platform Android Menggunakan Aplikasi App Inventor untuk Meningkatkan Kemandirian Belajar Peserta Didik’, *Natural Science: Jurnal Penelitian Bidang IPA dan Pendidikan IPA* 5, no. 1 (18 March 2019): 802, <https://doi.org/10.15548/nsc.v5i1.901>.

²⁵ Seka Andean, ‘Pengembangan Aplikasi Tembang Dolanan Sebagai Media Pembelajaran pada Mata Pelajaran Bahasa Jawa Kelas III Di MI Ma’arif Darussalam Plaosan’ (Masters, UIN Sunan Kalijaga, 2021), 3, <https://digilib.uin-suka.ac.id/id/eprint/45850/>.

4. Penelitian tesis lainnya dilakukan oleh Ahmad Surohman dengan judul “*Pengembangan Model Pembelajaran Metakognitif pada SD/MI*”, penelitian ini mengembangkan model pembelajaran metakognitif bertujuan untuk membantu peserta didik mengenal dan mengendalikan diri sendiri, serta mampu menyaring informasi yang diperoleh dari internet.²⁶ Persamaannya adalah metode penelitiannya *Research and Development* (R&D) dan subjek penelitian adalah siswa kelas 4 SD/MI. Akan tetapi, penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti berbeda dengan penelitian sebelumnya. Penelitian sebelumnya mengembangkan model pembelajaran, sementara penelitian ini akan mengembangkan media pembelajaran praktikum virtual berbasis android.
5. Penelitian yang dilakukan oleh Yuli Setiawati pada tesis “*Analisis Higher Order Thinking Skills (HOTS) pada Soal Penilaian Tengah Semester Pembelajaran Tematik Peserta Didik Kelas IV di MI Kabupaten Sleman*”, yakni meneliti tentang karakteristik HOTS yang muncul dalam soal PTS (Penilaian Tengah Semester) dan jumlah soal yang dapat mengukur kemampuan peserta didik dari level C1, C2, C3, C4, C5, dan C6.²⁷ Persamaannya dengan penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti adalah subjek penelitian peserta didik kelas IV SD/MI. Lalu perbedaannya adalah

²⁶ Ahmad Surohman, ‘Pengembangan Model Pembelajaran Pendekatan Metakognitif pada SD/MI’ (masters, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, 2021), 87, <https://digilib.uin-suka.ac.id/id/eprint/47364/>.

²⁷ yuli Setiawati, ‘Analisis Higher Order Thinking Skills (HOTS) Pada Soal Penilaian Tengah Semester Pembelajaran Tematik Peserta Didik Kelas IV Di MI Kabupaten Sleman’ (Masters, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, 2020), 93, <https://digilib.uin-suka.ac.id/id/eprint/45959/>.

terletak pada tema penelitian, mata pelajaran, dan metode penelitian. Penelitian tesis ini memfokuskan mengembangkan media pada praktikum virtual berbasis android dalam mata pelajaran IPA menggunakan metode penelitian *Research and Development* (R&D).

6. Penelitian sebelumnya pada tesis Aswatun Hasanah, berjudul “*Analisis Muatan Literasi Sains dalam Buku Tematik Terpadu Siswa SD/MI Kurikulum 2013 Kelas V Edisi Revisi 2017*”. Dimana penelitian tersebut menelaah pemerataan muatan literasi sains dalam buku tematik kelas V SD/MI, salah satunya adalah aspek interaksi sains dengan teknologi dalam buku tematik kelas V SD/MI tersebut masih tergolong sangat rendah.²⁸ Persamaan dengan penelitian yang akan dilakukan adalah konsentrasi materi (sains), sedangkan perbedaannya terletak pada kelas, tema, dan metode penelitian yang digunakan.
7. Penelitian tesis sebelumnya yang dilakukan oleh Maratul Qiftiyah berjudul “*Muatan HOTS (Higher order Thinking Skills) dalam Bahan Ajar Ilmu Pengetahuan Alam Kelas V SD/MI*” menjelaskan tentang pemb muatan aspek HOTS dalam bahan ajar pada kelas V SD/MI.²⁹ Penelitian tersebut berbeda dengan penelitian yang akan dilakukan, walaupun materi yang dituju adalah IPA namun pada dasarnya penelitian sebelumnya mengkaji penyebaran aspek HOTS dalam bahan ajar IPA di kelas 5, sementara

²⁸ Aswatun Hasanah, ‘Analisis Muatan Literasi Sains Dalam Buku Tematik Terpadu Siswa SD/MI Kurikulum 2013 Kelas V Edisi Revisi 2017’ (Masters, Uin Sunan Kalijaga Yogyakarta, 2020), 127, <https://digilib.uin-suka.ac.id/id/eprint/46204/>.

²⁹ Maratul Qiftiyah, ‘Muatan HOTS (Higher Order Thinking Skills) dalam Bahan Ajar Ilmu Pengetahuan Alam Kelas V SD/MI’ (Masters, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, 2020), 117, <https://digilib.uin-suka.ac.id/id/eprint/46205/>.

penelitian yang akan dilakukan ialah mengembangkan media berbasis android untuk praktikum virtual IPA di kelas IV.

8. Penelitian lainnya dilakukan oleh Wernhuar Tang, Kuo-Liang Ou, Shuan Sheng Yu, Fong-Lu Liou, dan Hsin-Hun Liou, yang berjudul “*Development of a Virtual Butterfly Ecological System Based on Augmented Reality and Mobile Learning Technologies,*” telah mengembangkan sistem ekologi kupu-kupu berbasis virtual melalui penggabungan *campus host plants* dengan kegiatan pembibitan virtual. Hal ini telah terbukti dapat meningkatkan motivasi dan minat belajar peserta didik.³⁰ Penelitian tersebut dengan penelitian yang akan dilakukan peneliti memiliki persamaan yaitu mengembangkan eksperimen virtual pada materi sains, hanya saja terdapat perbedaan materi dan teknologi yang digunakan dalam penelitian pengembangan ini. Software yang akan digunakan adalah *software* kodular di materi IPA jenjang SD/MI, sementara penelitian sebelumnya berbasis AR (*Augmented Reality*) pada materi siklus hidup kupu-kupu.
9. Penelitian terdahulu yang lain dilakukan oleh Juana Wu, Rong Guo, Zhuo Wang, dan Rongqing Zeng dengan judul “*Integrating Spherical Video-Based Virtual Reality into Elementary School Students’ Scientific Inquiry Instruction: Effects on Their Problem-Solving Performance,*” dimana penggunaan *Virtual Reality* (VR) dalam proses pembelajaran memberikan suasana baru bagi peserta didik, karena proses pembelajaran lebih menarik

³⁰ Wernhuar Tang et al., ‘Development of a Virtual Butterfly Ecological System Based on Augmented Reality and Mobile Learning Technologies’, *Virtual Reality* 19, no. 3 (1 November 2015): 264, <https://doi.org/10.1007/s10055-015-0265-5>.

dan interaktif.³¹ Persamaan penelitian tersebut dengan penelitian yang akan diteliti adalah berkaitan dengan teknologi masa kini. Sementara perbedaannya adalah penelitian tersebut meneliti tentang implementasi kegiatan praktik ilmiah eksplorasi berbasis *Spherical Video* berbasis Virtual Reality (SVVR) di kelas sains dan verifikasi dampak kegiatan tersebut dalam pemecahan masalah anak usia SD, dan penelitian yang akan dilakukan tentang pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi dalam pembelajaran IPA kelas IV SD/MI.

10. Penelitian sebelumnya juga dilakukan oleh Gunawan, Ahmad Harjono, Hermansyah, dan Lovy Herayanti, berjudul “*Guided Inquiry Model Through Virtual Laboratory to Enhance Students’ Science Process Skills on Heat Concept,*” menunjukkan bahwa model inkuiri terbimbing dapat meningkatkan keterampilan proses sains keterampilan proses sains peserta didik melalui laboratorium virtual pada pembelajaran fisika.³² Persamaannya dengan penelitian tersebut adalah tentang laboratorium virtual dalam pembelajaran sains, karena dalam penelitian yang akan dilakukan yaitu mengembangkan laboratorium virtual berbasis game edukatif dalam pembelajaran IPA kelas IV SD/MI. Sedangkan perbedaannya terletak pada metode penelitian yang digunakan dan tujuan

³¹ Juana Wu et al., ‘Integrating Spherical Video-Based Virtual Reality into Elementary School Students’ Scientific Inquiry Instruction: Effects on Their Problem-Solving Performance’, *Interactive Learning Environments* 29, no. 3 (3 April 2021): 10, <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1587469>.

³² Gunawan et al., ‘Guided Inquiry Model Through Virtual Laboratory to Enhance Students’ Science Process Skills on Heat Concept’, *Cakrawala Pendidikan* 38, no. 2 (16 June 2019): 265, <https://doi.org/10.21831/cp.v38i2.23345>.

penelitian yang akan dilakukan. Pertama, penelitian sebelumnya menggunakan metode penelitian kuasi eksperimen, sementara penelitian yang akan dilakukan menggunakan metode R&D (*Research and Development*). Kedua, penelitian sebelumnya bertujuan melihat keterampilan proses sains melalui laboratorium virtual, dan penelitian yang akan datang yaitu mengembangkan media pembelajaran berbasis *game* edukatif laboratorium virtual dalam pembelajaran IPA khusus kelas IV SD/MI.

E. Metodologi Penelitian

1. Model Pengembangan

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (Research and Development atau R&D). *Research and Development* (R&D) untuk menciptakan suatu produk, serta menguji efektifitas produk yang sudah dikembangkan. Sebab model pengembangan adalah dasar untuk menciptakan produk yang akan dikembangkan.³³ Dalam penelitian dan pengembangan ini, model penelitian yang digunakan merupakan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation*) yang dikembangkan oleh Robert Maribe Brach.³⁴

³³ Zainal Arifin, *Penelitian Pendidikan Metode Dan Paradigma Baru*, Cet. Ke-3 (Bandung: Remaja Rosdakarya, 2014), 128.

³⁴ Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan (Kuantitatif, Kualitatif, Kombinasi, R&D, Dan Penelitian Pendidikan)* (Bandung: Alfabeta, 2019), 765.

2. Prosedur Pengembangan

Desain yang digunakan dalam penelitian ini adalah desain penelitian dan pengembangan ADDIE.

a. *Analysis*

Melakukan analisis kebutuhan di lapangan (masalah, karakter peserta didik, dokumen kurikulum, media pembelajaran metode atau strategi pembelajaran, hasil belajar peserta didik, kesulitan peserta didik, dan lain-lain). Analisis kebutuhan dilakukan secara *online* dan *offline* di 13 SD/MI kecamatan Turi Lamongan, *google playstore*, *website*, dan beberapa toko buku di Lamongan dan Yogyakarta. Hasil identifikasi analisis kebutuhan digunakan sebagai dasar pembuatan edugamenology.

Penelitian ini mempunyai pembatasan masalah yang bertujuan untuk memudahkan peneliti melakukan riset dan meminimalisir munculnya permasalahan yang lebih kompleks (luas), diantaranya adalah:

- 1) Dikembangkannya edugamenology hanya untuk mengatasi keterbatasan peserta didik mempelajari materi perubahan energi alternatif menjadi tenaga listrik.
- 2) Materi yang disajikan disesuaikan dengan kompetensi inti dan kompetensi dasar kelas IV SD/MI.
- 3) Edugamenology merupakan sebuah produk media pembelajaran berbasis android.
- 4) *Software* utama yang digunakan dalam mengembangkan edugamenology adalah kodular.

- 5) Nilai kelayakan diperoleh dari hasil penilaian ahli materi, ahli teknologi pembelajaran, ahli bahasa, *peer reviewer*, guru, dan peserta didik.
- 6) Melihat ada atau tidak adanya pengaruh edugamenology terhadap kemampuan kognitif dan keterampilan proses sains peserta didik.

Sementara itu, supaya dapat mengoptimalkan pengembangan edugamenology, penelitian ini membutuhkan asumsi dan batasan pengembangan antara lain:

- a) Materi yang digunakan sebagai praktikum virtual adalah perubahan energi alternatif pada kincir air dan biogas dari kotoran sapi.
- b) Media pembelajaran yang dikembangkan berbasis android.
- c) Penelitian ini menguji kelayakan dan pengaruh edugamenology.
- d) Keterampilan proses sains yang dilihat adalah kemampuan mengamati
- e) Melihat pengaruh edugamenology terhadap kemampuan kognitif peserta didik

b. Design

Membuat *blue print* untuk mengatasi permasalahan di lapangan. Merancang bentuk media pembelajaran sesuai dengan karakteristik kondisi di lapangan, baik guru, peserta didik, maupun proses pelaksanaannya. Rancangan tersebut menggunakan *software Kodular*, *software Corel Draw 2021*, *microsoft power point* dan *Camtasia Versi 2019*. Kodular merupakan software utama yang digunakan untuk mengembangkan edugamenology, dilengkapi dengan *software Corel Draw 2021* untuk merancang gambar yang akan digunakan di *Kodular*. Sementara *microsoft power point* digunakan

untuk menyusun materi perubahan energi dan *software Camtasia 2019* digunakan untuk membuat video materi perubahan energi.

Spesifikasi produk yang dikembangkan antara lain:

- 1) Produk yang dihasilkan adalah sebuah aplikasi simulasi praktikum virtual yang dikembangkan menggunakan *software* Kodular.
- 2) Media pembelajaran edugamenology ditujukan kepada peserta didik kelas IV SD/MI dalam pembelajaran IPA materi perubahan bentuk energi alternatif pada kincir air dan biogas.
- 3) Edugamenology merupakan aplikasi praktikum virtual menggunakan pendekatan gamifikasi dan model pembelajaran inkuiri terbimbing.
- 4) Edugamenology dilengkapi dengan video materi energi alternatif, form lembar kerja peserta didik, panduan penggunaan dalam aplikasi untuk mengoperasikan Edugamenology.

c. *Development*

Pada tahap ini mulai dilakukan penilaian hasil produk yang sudah dikembangkan, para penilai tersebut adalah ahli materi, ahli teknologi pembelajaran, dan ahli bahasa Indonesia. Setelah itu dilanjutkan penilaian oleh 2 guru kelas IV MI dan 1 guru kelas IV SD, serta 3 *peer reviewer* untuk menilai hasil rancangan produk yang sudah dikembangkan. Validitas produk ditentukan dari hasil penilaian para ahli, sementara masukan atau saran dari para ahli, *peer reviewer* dan guru digunakan untuk memperbaiki produk.

d. *Implementation*

Tahapan ini mulai menerapkan produk, yaitu dengan uji coba terbatas dan uji coba luas kepada peserta didik kelas IV SD/MI. Uji coba luas dilakukan di area analisis kebutuhan yang dilakukan dan di luar area tempat analisis kebutuhan. Uji coba terbatas dilakukan di SDN 1 Putatkumpul dan MI Mambaul Ma'arif Putatlor, sedangkan untuk uji coba luas dilakukan di MI Assyafi'iyah Janggan, MI Assyafi'iyah Kruwul, MI Assyafi'iyah Keben, SDN Sukorejo, SDN Turi, dan Pondok Pesantren Al Miftah Putri Sleman. Setelah peserta didik menggunakan aplikasi edugamenology selama 60 menit, peserta didik mengisi angket yang sudah disediakan. Angket tersebut digunakan untuk melihat respon peserta didik terhadap edugamenology.

e. *Evaluation*

Pada tahap evaluasi dapat dilakukan dengan dua jenis, yaitu evaluasi formatif dan evaluasi sumatif. Evaluasi formatif dilakukan selama proses desain dan pengembangan produk, bahan yang digunakan, umpan balik yang sudah diberikan, dan perubahan yang dilakukan sesuai dengan kebutuhan. Sedangkan evaluasi sumatif dilakukan di akhir sesi pada penilaian yang sudah dibuat sesuai dengan instruksi yang diberikan atau tujuan yang akan dicapai.³⁵ Alat yang digunakan untuk evaluasi formatif

³⁵ Karl M. Kapp, *The Gamification of Learning and Instruction: Game-Based Methods and Strategies for Training and Education* (Amerika: Pfeiffer A Wiley Imprint, 2012), 196.

adalah lembar angket dan alat yang digunakan untuk evaluasi sumatif adalah lembar pengamatan peserta didik dan lembar soal tes.

3. Uji Coba Produk

a. Desain Uji Coba

Desain uji coba ini merupakan desain penilaian produk. Uji coba produk berdasarkan analisis dan pertimbangan dosen pembimbing, 1 ahli materi, 1 ahli teknologi pembelajaran, 1 ahli Bahasa Indonesia, 3 *peer reviewer* (teman sejawat), 2 guru kelas IV MI dan 1 guru kelas IV SD (dapat dilihat pada tabel 1.1 dan tabel 1.2). Dari hasil uji coba ini akan diperoleh masukan tentang kelayakan produk yang dikembangkan, dengan demikian masukan tersebut dapat digunakan untuk memperbaiki produk yang sudah dikembangkan sebelum diimplementasikan kepada peserta didik. Setelah proses implementasi, dilakukan evaluasi kepada peserta didik. Evaluasi formatif edugamenology dilakukan selama perancangan dan pengembangan produk, sedangkan evaluasi sumatif dilakukan di akhir penerapan produk melalui lembar pengamatan peserta didik dan lembar soal tes.

b. Subjek Uji Coba

Subjek uji coba yang digunakan dalam penilaian produk aplikasi praktikum virtual ini adalah 1 ahli instrumen penelitian, 1 ahli materi, 1 ahli teknologi pembelajaran, 1 ahli bahasa Indonesia, 3 *peer reviewer*, 2 guru kelas IV MI dan 1 guru kelas IV SD, dan direspon oleh 91 peserta didik kelas IV SD/MI. Diantaranya 15 peserta didik SDN 1 Putatkumpul, 8 peserta didik MI Mambaul Ma'arif Putatlor, 5 peserta didik MI Assyafiiyah Janggan, 10 peserta didik MI Assyafiiyah Kruwul, 13 peserta didik MI Assyafiiyah Keben, 12 peserta didik SDN Sukorejo, dan 24 peserta didik SDN Turi di kecamatan Turi kabupaten Lamongan serta 4 peserta didik Pondok Pesantren Al-Miftah Mlangi. Selain itu, lembar soal tes juga divalidasi oleh 6 validator, terdiri 2 ahli materi, 1 guru kelas IV SD, 1 guru kelas IV MI, 1 guru Fisika MTs, dan 1 *peer reviewer*.

Tabel 1. 1
Daftar Nama Para Ahli

Nama	Status	Institusi
Dr. Shaleh, M. Pd.	Ahli Instrumen Penelitian	UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
Dr. Mohamad Agung Rokhimawan, M. Pd.	Ahli Materi	UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
Christian Jonathan, B. Eng	Ahli Teknologi Pembelajaran	Terra Weather Pte. Ltd. (Terra AI) Singapura
Dr. Aninditya Sri Nugraheni, M. Pd.	Ahli Bahasa Indonesia	UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

Tabel 1. 2
Daftar Nama *Peer Reviewer* dan Guru

Nama	Status	Institusi
Leny Dwi Astuti, M. Pd.	<i>Peer Reviewer I</i>	Universitas Negeri Yogyakarta
Bima Sakti, S. Kom.	<i>Peer Reviewer II</i>	PT Aino Indonesia
Shobiroh Ulfah Kurniawati, M. Pd.	<i>Peer Reviewer III</i>	UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
Ainul Afif, S. Pd.	Guru Kelas IV MI	MI Assyafiiyah Janggan
Ahmad Fadhil, S. Pd. I.	Guru Kelas IV MI	MI Assyafiiyah Keben
Sri Winarsih, S. Pd.	Guru Kelas IV SD	SDN Sukorejo

c. Jenis Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kualitatif dan data kuantitatif:

1) Data Kualitatif

Data kualitatif berupa nilai kategori, yaitu SB (Sangat Baik), B (Baik), C (Cukup), K (Kurang), SK (Sangat Kurang).

2) Data kuantitatif

Data kuantitatif dalam penelitian ini, yaitu berupa skor penilaian.

a) Sangat Baik => 5.

b) Baik => 4.

c) Cukup => 3.

d) Kurang => 2.

e) Sangat Kurang => 1.

4. Instrumen Pengumpulan Data

Teknik yang digunakan untuk pengumpulan data dalam penilaian pengembangan produk media pembelajaran adalah dengan menggunakan

instrumen penilaian di bawah ini, yaitu angket, tes, wawancara, observasi, dan dokumentasi. Pertama, lembar angket digunakan untuk validasi dan penilaian edugamenology oleh ahli materi, ahli teknologi pembelajaran, ahli bahasa Indonesia, *peer reviewer*, guru kelas IV SD/MI dan peserta didik kelas IV SD/MI. Kedua, lembar soal tes digunakan untuk melihat pengaruh kemampuan kognitif peserta didik. Ketiga, lembar pedoman wawancara guru ada 15 pertanyaan dan 12 pertanyaan untuk peserta didik. Keempat, lembar observasi digunakan untuk mengidentifikasi kesediaan sarana dan prasarana, fasilitas, media pembelajaran, maupun kesediaan simulasi praktikum virtual di *google play store* dan *website*.

Tabel 1. 3
Kisi-kisi Penilaian Angket Ahli Materi

No.	Indikator	Nomor Aspek
1.	Kesesuaian konten dengan materi IPA	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
2.	Kesesuaian materi dengan kurikulum 2013	8, 9

Tabel 1. 4
Kisi-kisi Penilaian Angket Ahli Teknologi Pembelajaran

No.	Indikator	Nomor Aspek
1.	Karakteristik siswa	1, 2, 3
2.	Pengaturan	4, 5, 6
3.	Keseimbangan	7
4.	Warna	8
5.	Kemudahan dibaca	9
6.	Teks	10, 11, 12, 13
7.	Audio	14
8.	Efektifitas dan efisiensi	15, 16, 17, 18

Tabel 1. 5
Kisi-kisi Penilaian Angket Ahli Bahasa

No.	Indikator	Nomor Aspek
1.	Kebahasaan	1, 2, 3
2.	Tanda baca	4
3.	Tata tulis	5, 6

Tabel 1. 6
Kisi-kisi Penilaian Angket untuk *Peer Reviewer* dan Guru

No.	Indikator	Nomor Aspek
1.	Kesesuaian konten dengan materi IPA	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
2.	Kesesuaian materi dengan kurikulum 2013	8, 9
3.	Karakteristik siswa	10, 11, 12
4.	Pengaturan	13, 14, 15
5.	Keseimbangan	16
6.	Warna	17
7.	Kemudahan dibaca	18
8.	Teks	19, 20, 21, 22
9.	Audio	23
10.	Efektifitas dan efisiensi	24, 25, 26, 27
11.	Kebahasaan	28, 29, 30
12.	Tanda baca	31
13.	Tata tulis	32, 33

5. Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil penelitian ini akan dianalisis melalui tahapan sebagai berikut:

- a. Data kualitatif hasil dari angket, wawancara, dan dokumentasi
- b. Data kualitatif hasil dari ahli materi, ahli media, ahli teknologi, ahli bahasa, *peer reviewer*, dan guru kelas IV SD/MI, dan respon peserta didik yang diubah menjadi data kuantitatif melalui langkah-langkah sebagai berikut:

- 1) Data nilai kualitatif hasil dari lembar angket diubah menjadi data kuantitatif sebagaimana pedoman di bawah ini.³⁶

Tabel 1. 7
Pedoman Pemberian Skala *Likert* (Para Ahli, *Peer Reviewer*, dan Guru)

Skor	Kriteria	Keterangan
5	SB	Sangat Baik
4	B	Baik
3	C	Cukup
2	K	Kurang
1	SK	Sangat Kurang

Tabel 1. 8
Pedoman Pemberian Skor Skala *Guttman* (Respon Peserta didik)

No.	Keterangan	Skor
1.	Ya	1
2.	Tidak	0

- 2) Mencari skor rata-rata dengan menggunakan rumus Mean (Rata-rata):³⁷

$$X = \frac{\Sigma X}{N}$$

Keterangan: X = Skor rata-rata tiap aspek

ΣX = Jumlah semua skor

N = Jumlah subjek atau penilai

- 3) Skor rata-rata dikonversi menjadi nilai kualitatif berpedoman pada tabel 1.10. Kriteria kualitatif yaitu dengan cara mencari jarak interval antara jenjang SB (Sangat Baik) sampai dengan SK

³⁶ Nana Sudjana, *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar* (Bandung: Remaja Rosdakarya, 2014), 77.

³⁷ Sudjana, 109.

(Sangat Kurang) terlebih dahulu dengan menggunakan rumus sebagai berikut:³⁸

$$\begin{aligned} \text{Jarak Interval (i)} &= \frac{\text{Skor tertinggi} - \text{skor terendah}}{\text{Jumlah kelas interval}} \\ &= \frac{5-1}{4} \\ &= 0,8 \end{aligned}$$

Untuk kriteria penilaian produk sebagaimana dalam tabel di bawah ini:

Tabel 1. 9
Kategori Penilaian Produk

Rata-rata Skor	Kategori Penilaian
> 4,2 s/d 5,0	Sangat Baik
> 3,4 s/d 4,2	Baik
> 2,6 s/d 3,4	Cukup
> 1,8 s/d 2,6	Kurang
1,0 s/d 1,8	Sangat Kurang

- 4) Hasil respon peserta didik kelas IV SD/MI yang masih berbentuk huruf diubah menjadi berupa angka (skor) berdasarkan pedoman di bawah ini:³⁹

Jika jawabannya “Ya” mendapatkan skor 1

Jika jawaban “Tidak” mendapatkan skor 0

- 5) Mencari persentase yang hasil dari lembar respon peserta didik terhadap penilaian media pembelajaran IPA yang sudah dikembangkan dengan rumus berikut ini:

Persentase Respon Peserta didik:

³⁸ Eko Putro Widiyoko, *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*, Cet. Ke-7 (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2018), 111.

³⁹ Sa’dun Akbar, *Instrumen Perangkat Pembelajaran* (Bandung: Remaja Rosdakarya, 2013), 95.

$$\frac{\Sigma \text{ skor respon yang diperoleh}}{\Sigma \text{ skor respon maksimal}} \times 100\%$$

- 6) Hasil persentase yang sudah diperoleh diubah menjadi kategori respon positif-negatif dengan pedoman berikut:

Tabel 1. 10
Panduan Persentase Skor Peserta didik

No.	Persentase Skor Tiap Peserta Didik	Kategori
1.	51-100%	Positif
2.	0-50%	Negatif

- 7) Selanjutnya, persentase respon seluruh peserta didik dihitung menggunakan rumus berikut:

Respon positif:

$$\frac{\Sigma \text{ siswa yang merespon positif}}{\Sigma \text{ seluruh siswa}} \times 100\%$$

Respon negatif:

$$\frac{\Sigma \text{ siswa yang merespon negatif}}{\Sigma \text{ seluruh siswa}} \times 100\%$$

6. Uji Pengaruh Produk

a. Jenis dan Desain Penelitian

Jenis uji pengaruh menggunakan metode kuantitatif untuk melihat pengaruh sebelum dan sesudah diterapkannya edugamenology terhadap kemampuan kognitif dan keterampilan proses sains peserta didik di SD/MI Kecamatan Turi Kabupaten Lamongan. Penelitian ini menggunakan pendekatan *pre-experimental design* dalam satu kelompok *pretest posttest (one group pretest-posttest design)*. Pretest diberikan kepada peserta didik sebelum mendapatkan perlakuan.

Tabel 1. 11
Desain Eksperimen

Peretest	Perlakuan	Posttest
Y ₁	X	Y ₂

Y₁ adalah pretest untuk melihat hasil sebelum diberikan perlakuan, X adalah aplikasi edugamenology yang diterapkan kepada peserta didik, dan Y₂ adalah posttest, bertujuan untuk melihat hasil setelah peserta didik menggunakan edugamenology. Berangkat dari penjelasan tersebut, besarnya pengaruh yang diperoleh dapat dilihat setelah Y₂ dilaksanakan.

b. Validitas dan Reliabilitas Instrumen

1) Uji Validitas Instrumen

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah soal *pretest-posttest* dan lembar pengamatan.⁴⁰ Validitas instrumen terdiri dari tiga bagian, yaitu validitas isi, validitas kriteria, dan validitas konstruk.⁴¹ Validitas isi dilakukan oleh 2

ahli, 2 guru kelas IV SD/MI, 1 guru Fisika MTs, dan 1 *Peer Reviewer*. dan diuji cobakan kepada 30 peserta didik kelas IV di MI Ma'arif Giriloyo 2 Imogiri. Setelah itu, melakukan analisis item dengan cara menghitung korelasi antara jumlah skor per

⁴⁰ Aziz Alimul Hidayat, *Menyusun Instrumen Penelitian & Uji Validitas-Reliabilitas* (Surabaya: Health Books Publishing, 2021), 12.

⁴¹ Rukaesih A. Maolani and Ucu Cahyana, *Metodologi Penelitian Pendidikan* (Jakarta: Rajawali Pers, 2015), 142.

instrumen dan skor total. Sementara validitas isi (*content*) menggunakan perhitungan aiken dengan rumus berikut:⁴²

$$V = \frac{\sum s}{n(c-1)}$$

Keterangan:

V = Indeks kesepakatan rater (validator)

s = r-lo (Hasil skor yang ditetapkan rater dikurangi skor terendah)

lo = Nilai angka validitas terendah

r = Jumlah angka yang diberikan oleh rater

n = Jumlah rater

c = Nilai angka maksimal penilaian validitas

Dalam indeks validitas aiken, pada instrumen pengukuran n (jumlah rater) dapat diganti m (jumlah butir soal pada satu instrumen). Apabila hasil indeks validitas aiken 0,0 –sampai 0,4 sama dengan validitas kurang, jika hasil indeks aiken 0,4 sampai 0,8 maka validitas sedang, dan jika hasil indeks aiken 0,8 sampai 1,00 maka validitas tinggi (sangat valid).⁴³

Instrumen dikatakan valid jika nilai r hitung lebih besar dari nilai r tabel atau nilai r hitung > nilai r tabel. Dalam hal ini

⁴² Suryani and Hendriyadi, *Metode Riset Kuantitatif: Teori dan Aplikasi pada Penelitian Bidang Manajemen dan Ekonomi Islam*, Cetaan kedua (Jakarta: Prenada Media, 2016), 147.

⁴³ Heri Retnawati, *Analisis Kuantitatif Instrumen Penelitian Panduan Peneliti, Mahasiswa, Dan Psikometrian* (Yogyakarta: Parama Publishing, 2016), 19.

hasil suatu tes dapat dijelaskan dengan angka koefisien korelasi (r) dengan rumus di bawah ini.⁴⁴

Rumus pearson product moment correlation:

$$r_{hitung} = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{n.\sum X^2 - (\sum X)^2\}.\{n.\sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

Keterangan:

r_{hitung} : Koefisien Korelasi

$\sum X_i$: Jumlah skor item

$\sum Y_i$: Jumlah skor total (item)

n : Jumlah responden

Untuk menentukan interpretasi koefisien korelasi nilai r_{hitung} dapat menggunakan pedoman tabel di bawah ini:⁴⁵

Tabel 1. 12
Nilai Koefisien Korelasi r_{hitung}

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,00 – 0,199	Sangat Rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Cukup
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,000	Sangat Kuat

2) Uji Reliabilitas Instrumen

Reliabilitas instrumen diuji dengan *internal consistency*, instrumen diuji cobakan sebanyak satu kali kepada peserta didik.

Data yang sudah diperoleh dianalisis untuk memprediksi

⁴⁴ Asep Ediana Latip, *Evaluasi Pembelajaran Di SD Dan MI Perencanaan Dan Pelaksanaan Penilaian Hasil Belajar Autentik* (Bandung: Remaja Rosdakarya, 2018), 117.

⁴⁵ Bustani, Dahlan Abdullah, and Fadlisyah, *Statistika: Terapannya Pada Bidang Informatika* (Yogyakarta: Graha Ilmu, 2014), 61.

reliabilitas instrumen.⁴⁶ Uji reliabilitas instrumen tes pilihan ganda dalam penelitian ini menggunakan rumus Alpha Cornbach's dan nilai indeks reliabilitas minimal 0,70. Hasilnya dapat diinterpretasikan menggunakan tabel kriteria koefisien reliabilitas di bawah ini:⁴⁷

$$r_{11} = \left[\frac{k}{k-1} \right] \left[1 - \frac{\sum \sigma^2 b}{\sigma^2 t} \right]$$

Keterangan:

- r_{11} : Reliabilitas instrumen
 k : Jumlah total butir soal
 $\sum \sigma^2 b$: Jumlah varian butir
 $\sigma^2 t$: Jumlah varian total

Tabel 1. 13
Kriteria Koefisien Reliabilitas

Koefisien Reliabilitas	Kriteria
$R \leq 0,20$	Sangat Rendah
$0,20 < r \leq 0,40$	Rendah
$0,40 < r \leq 0,60$	Sedang
$0,60 < r \leq 0,80$	Tinggi
$0,80 < r \leq 1,00$	Sangat Tinggi

3) Uji Kesukaran dan Daya Pembeda Instrumen Tes

Setelah menguji validitas dan reliabilitas instrumen tes, dapat menghitung analisis butir soal. Dalam penelitian ini analisis butir soal dilakukan pada tingkat kesukaran dan daya pembeda

⁴⁶ Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan (Kuantitatif, Kualitatif, Kombinasi, R&D, Dan Penelitian Pendidikan)*, 221.

⁴⁷ Muhammad Hasan et al., *Evaluasi Pembelajaran* (Bandung: Media Sains Indonesia, 2021), 112.

soal.⁴⁸ Untuk menganalisis daya pembeda soal dapat menggunakan rumus di bawah ini:⁴⁹

$$Dp = \frac{BA}{JA} - \frac{BB}{JB}$$

Keterangan:

Dp : Daya pembeda soal

JA : Jumlah peserta tes kelompok atas

JB : Jumlah peserta tes kelompok bawah

BA : Jumlah kelompok atas yang menjawab benar

BB : Jumlah kelompok bawah yang menjawab benar

Hasil perhitungan daya pembeda soal dapat disimpulkan dengan panduan penafsiran nilai daya pembeda soal pada tabel di bawah

ini:⁵⁰

Tabel 1. 3
Pedoman Ketentuan Nilai Daya Beda Soal

Nilai Daya Beda Soal	Keterangan
0,00 - 0,19	Buruk
0,20 – 0,29	Sedang
0,30 – 0,39	Cukup
0,40 – 0,69	Baik
0,70 – 1,00	Baik Sekali

Sementara itu, untuk melihat nilai tingkat kesukaran soal dapat menggunakan rumus indeks kesukaran soal. Apabila harga indeks kesukaran tiap butir soal mendapatkan nilai kategori baik

⁴⁸ Eko Putro Widiyoko, *Evaluasi Program Pembelajaran Panduan Praktis Bagi Pendidik Dan Calon Pendidik*, Cetakan X (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2019), 95.

⁴⁹ Ina Magdalena, *Evaluasi Pembelajaran SD (Teori Dan Praktik)* (Sukabumi: Jejak Publisher, 2020), 120–21.

⁵⁰ Ida Farida, *Evaluasi Pembelajaran Berdasarkan Kurikulum Nasional* (Bandung: Remaja Rosdakarya, 2017), 155.

(sedang) maka butir soal tersebut dapat digunakan untuk tes selanjutnya. Ketentuan pengambilan keputusan nilai indeks kesukaran soal dapat dilihat pada tabel 1.16.⁵¹

Rumus indeks kesukaran soal:

$$P = \frac{B}{JS}$$

Keterangan:

P : Indeks kesukaran soal

B : Jumlah peserta didik yang menjawab soal tersebut dengan benar

JS : jumlah seluruh peserta didik yang mengikuti tes

Tabel 1. 15
Nilai Indeks Kesukaran Soal

Nilai Indeks Kesukaran Soal	Keterangan
0,00 – 0,29	Sukar
0,30 – 0,69	Sedang
0,70 – 1,00	Mudah

c. Teknik Analisis Data

1). Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data atau sampel dalam penelitian telah berdistribusi normal.⁵² Karena jumlah sampel yang digunakan kurang dari 50, maka uji normalitas ini menggunakan Shapiro Wilk.⁵³ Untuk memutuskan

⁵¹ Farida, 156–57.

⁵² Wagiran, *Metodologi Penelitian Pendidikan: : Teori Dan Implementasi* (Yogyakarta: Deepublish, 2014), 324.

⁵³ Muammar Rinaldi and Ihdina Gustina, *Pengantar Statistika* (Medan: Larispa Indonesia, 2022), 42.

interpretasi dari uji normalitas, jika nilai signifikansi $>0,05$ maka data berdistribusi normal dan jika nilai signifikansi $<0,05$ maka data tidak berdistribusi normal.

2) Normalized-Gain

Perhitungan hasil tes penguasaan konsep peserta didik terhadap materi perubahan energi dianalisis menggunakan rumus *normalized-gain* (N-Gain) yaitu:⁵⁴

$$N - Gain = \frac{Skor Posttest - Skor Pretest}{Skor Maksimal - Skor Pretest}$$

Tujuan N-Gain Score adalah untuk mengetahui efektivitas implementasi edugamenology, cara menentukannya adalah dengan menghitung jumlah selisih antara nilai *posttest* dengan nilai *pretest*. Untuk melihat interpretasi data hasil perhitungan *normalized gain* (N-Gain) menggunakan pedoman berikut ini:⁵⁵

Tabel 1. 4
Interpretasi Normalized-Gain

Nilai Gain	Keterangan
$g \geq 0,7$	Tinggi
$0,7 > g \geq 0,3$	Sedang
$0,3 > g$	Rendah

3) Uji Hipotesis

Uji hipotesis menggunakan perhitungan uji paired sample T test.

Uji paired sample T -test dapat dilakukan jika data *pretest* dan

⁵⁴ Tristi Ardita Rismayanti, Nurul Anriani, and Sukirwan Sukirwan, 'Pengembangan E-Modul Berbantu Kodular Pada Smartphone Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa SMP', *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika* 6, no. 1 (2022): 862, <https://doi.org/10.31004/cendekia.v6i1.1286>.

⁵⁵ Rismayanti, Anriani, and Sukirwan, 863.

posttest sudah berdistribusi normal. Jika nilai hasil uji hipotesis sig (2-tailed) lebih kecil 0,05 maka H_a diterima dan H_0 ditolak (sig $\leq \alpha$ 0,05).

F. Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan terpetakan menjadi empat bab, yaitu:

Bab I Pendahuluan, terdiri latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan dan kegunaan penelitian, kajian Pustaka, metodologi penelitian, serta sistematika pembahasan.

Bab II Kerangka Teoritik dan Hipotesis Penelitian, kerangka teoritik tersebut terdiri dari media pembelajaran, pembelajaran IPA di SD/MI, dan *Software* Kodular.

Bab III Hasil Penelitian dan Pembahasan.

Bab IV Penutup yakni kesimpulan dan saran.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

BAB IV PENUTUP

A. Kesimpulan

Setelah proses analisis data dalam pembahasan, ikhtisar jawaban dari rumusan masalah dalam penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Prosedur pengembangan dalam pengembangan edugamenology berbasis kodular dalam pembelajaran IPA kelas IV SD/MI ini adalah menggunakan model pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*). Pada tahap analisis (*analysis*) kebutuhan di lapangan belum ditemukan aplikasi praktikum virtual yang menyajikan materi seperti edugamenology dan di SD/MI kecamatan turi belum pernah melakukan praktikum virtual. Tahap design adalah tahap melakukan perancangan produk dengan menggunakan kodular, *software coreldraw 2021, microsoft powerpoint, dan camtasia 2019*. Tahap *development* berisi validasi dan penilaian oleh ahli materi, ahli teknologi pembelajaran, dan ahli bahasa Indonesia. Selain itu, edugamenology juga dinilai oleh 3 *peer reviewer*, 2 guru kelas IV MI, dan 1 guru kelas IV SD. Tahap *implementation* yakni penerapan edugamenology kepada peserta didik dalam uji coba terbatas dan uji coba luas. Dan tahap *evaluation* adalah tentang hasil respon yang diberikan oleh peserta didik terhadap edugamenology.
2. Hasil validasi dan penilaian kualitas edugamenology dari ahli materi mendapatkan skor 4,3 kategori sangat baik (SB), ahli teknologi

pembelajaran mendapatkan skor penilaian 4,6 kategori sangat baik (SB), dan ahli bahasa Indonesia mendapatkan skor 4,8 kategori sangat baik (SB). Interpretasi dari ketiga validator tersebut adalah edugamenology mendapatkan penilaian predikat sangat baik (SB) dan dinyatakan layak diimplementasikan ke dalam proses pembelajaran daring maupun luring.

3. Respon peserta didik terhadap edugamenology dalam pembelajaran IPA kelas IV SD/MI mendapatkan respon positif dengan persentase 100% dari 63 peserta didik kelas IV SD/MI memberikan respon positif setelah dilakukan uji coba terbatas dan uji coba luas di kelas IV SD/MI. Sebanyak 23 peserta didik kelas IV SD/MI yang mengikuti uji coba terbatas, dan 68 peserta didik kelas IV SD/MI yang mengikuti uji coba luas. Aspek yang dinilai adalah aspek kemudahan pemahaman, kemudahan penggunaan, kemandirian belajar, peminatan terhadap aplikasi edugamenology, dan penyajian aplikasi edugamenology. Dari aspek-aspek tersebut dapat dikatakan bahwa edugamenology dapat menarik perhatian peserta didik, mudah digunakan, praktis digunakan belajar, mudah dipahami, dan tidak membosankan.
4. Hasil rata-rata N-gain Score yaitu 0,6739 kategori sedang dan hasil rata-rata N-Gain Persen yaitu 67,3928% kategori cukup efektif, dengan demikian edugamenology dikatakan cukup efektif untuk meningkatkan kemampuan kognitif peserta didik. Didukung dengan hasil nilai sig $0,000 < 0,05$ yang bermakna adanya pengaruh dan peningkatan yang

signifikan antara edugamenology terhadap kemampuan kognitif peserta didik dengan nilai mean *pretest* 60,00 dan nilai mean *posttest* 86,96. Selain itu, edugamenology dapat melatih keterampilan proses sains peserta didik, Indikator yang paling menonjol adalah kemampuan mengamati, namun untuk indikator mengkomunikasikan atau mendiskusikan dan menyimpulkan juga muncul saat proses simulasi praktikum virtual. Dengan demikian edugamenology dapat menjadi alat yang digunakan untuk melatih dan mengembangkan keterampilan proses sains peserta didik.

B. Saran

1. Saran Pengembangan Lanjutan untuk Peneliti

a. Saran Ahli Materi

Aplikasi edugamenology diharapkan dapat menyajikan simulasi praktikum virtual lebih dari dua materi yang dipraktikkan secara virtual. Saat ini edugamenology mengandung dua materi yang masuk simulasi praktikum virtual, yaitu materi perubahan energi alternatif pada kincir air dan biogas. Maka, pada pengembangan selanjutnya edugamenology sudah menyajikan materi lain yang dipraktikkan secara virtual dalam aplikasi edugamenology.

b. Saran Ahli Teknologi Pembelajaran

Untuk proses pengembangan selanjutnya, sebaiknya pendekatan gamifikasi dalam desain edugamenology lebih ditonjolkan dan diintegrasikan dengan pendekatan *storytelling*, peserta didik

belajar sambil bermain dan mendengarkan cerita Hal tersebut berkaitan dengan *user journey* dan aplikasi edugamenology jangka waktu selanjutnya, supaya tidak membosankan.dan memicu rasa ingin tahu peserta didik supaya dapat meningkatkan motivasi belajar peserta didik.

2. Saran untuk Akademisi dan Peneliti

Perlu adanya studi lanjutan untuk mengkaji lebih dalam lagi tentang pengaruh penggunaan aplikasi media pembelajaran berbasis game terhadap kemampuan peserta didik. Studi lanjutan ini dapat menjadi masukan untuk implementasi pembelajaran digital ke depannya, supaya dapat saling melengkapi kelemahan antar media pembelajaran. Dengan demikian, guru dan peserta didik semakin mudah mencapai tujuan pembelajaran dan mendukung kemajuan pendidikan di Indonesia.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR PUSTAKA

- A. Maolani, Rukaesih, and Ucu Cahyana. *Metodologi Penelitian Pendidikan*. Jakarta: Rajawali Pers, 2015.
- Abidin, Yunus, Tita Mulyati, and Hana Yunansah. *Pembelajaran Literasi Strategi Meningkatkan Kemampuan Literasi Matematika, Sains, Membaca, Dan Menulis*. Cetakan Kedua. Jakarta: Bumi Aksara, 2018.
- Abidin, Zaenal. 'Efektivitas Pembelajaran Berbasis Masalah, Pembelajaran Berbasis Proyek Literasi, Dan Pembelajaran Inkuiri Dalam Meningkatkan Kemampuan Koneksi Matematis'. *Profesi Pendidikan Dasar* 7, no. 1 (31 July 2020): 37–52. <https://doi.org/10.23917/ppd.v7i1.10736>.
- Adipradana, Arrizka Yanuar, Hery Teguh Setyawan, and Apanggi Mustakhim. 'Analisis Potensi Listrik Pada Teknologi Tepat Guna Kincir Air'. *Jurnal Teknologi* 14, no. 1 (28 January 2022): 91–100. <https://doi.org/10.24853/jurtek.14.1.91-100>.
- Akbar, Ali. *Digital Ekosistem*. Jakarta: Republika Penerbit, 2018.
- Akbar, Sa'dun. *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung: Remaja Rosdakarya, 2013.
- Alda, Muhamad. *Aplikasi CRUD Berbasis Android Dengan Kodular Dan Database Airtable*. Bandung: Media Sains Indonesia, 2020.
- Alifah, Pipiet, Ajat Sudrajat, Mohamad Syarif Sumantri, Otib Satibi, and Ery Utomo. 'The Thematic Learning Module Based on MIT APP Inventor 2 for 4th Grade Elementary School'. In *Proceedings of the 2019 7th International Conference on Information and Education Technology*, 170–173. ICIET 2019. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2019. <https://doi.org/10.1145/3323771.3323816>.
- Almarzooq, Zaid I., Mathew Lopes, and Ajar Kochar. 'Virtual Learning During the COVID-19 Pandemic'. *Journal of the American College of Cardiology* 75, no. 20 (26 May 2020): 2635–38. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2020.04.015>.
- Amelia, Delora Jantung. *Media Pembelajaran SD Berorientasi Multiple Intellegences*. Malang: UMM Press, 2019.

- Ananda, Rusydi, and Amiruddin. *Inovasi Pendidikan: Melejitkan Potensi Teknologi dan Inovasi Pendidikan*. Medan: Cv. Widya Puspita, 2017.
- Andrean, Seka. 'Pengembangan Aplikasi Tembang Dolanan Sebagai Media Pembelajaran Pada Mata Pelajaran Bahasa Jawa Kelas III di MI Ma'arif Darussalam Plaosan'. Masters, UIN Sunan Kalijaga, 2021. <https://digilib.uin-suka.ac.id/id/eprint/45850/>.
- Anggraeni, Rizka Ditta, Sulton Sulton, and Sulthoni Sulthoni. 'Pengaruh Multimedia Tutorial Terhadap Hasil Belajar Bahasa Indonesia'. *Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan* 2, no. 2 (22 June 2019): 96–101. <https://doi.org/10.17977/um038v2i22019p096>.
- Arifin, Zainal. *Penelitian Pendidikan Metode Dan Paradigma Baru*. Cet. Ke-3. Bandung: Remaja Rosdakarya, 2014.
- Arsil. 'Pengembangan Lembar Kerja Kelompok Berbasis Keterampilan Proses Untuk Melatih Percaya Diri Siswa'. *Jurnal Gentala Pendidikan Dasar* 2, no. 1 (2017): 1–18. <https://doi.org/10.22437/gentala.v2i1.6779>.
- Arsyad, Azhar. *Media Pembelajaran Edisi Revisi*. Cet. Ke-16. Jakarta: Rajawali Press, 2013.
- Astawan, I. Gede, and I. Gusti Ayu Tri Agustiana. *Pendidikan IPA Sekolah Dasar di Era Revolusi Industri 4.0*. Bali: Nilacakra, 2020.
- Bogusevschi, Diana, Cristina Muntean, and Gabriel-Miro Muntean. 'Teaching and Learning Physics Using 3D Virtual Learning Environment: A Case Study of Combined Virtual Reality and Virtual Laboratory in Secondary School'. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching* 39, no. 1 (January 2020): 5–18.
- Bonde, Mads, Guido Makransky, Jakob Wandall, Mette Larsen, Mikkel Morsing, Hanne Jarmer, and Morten Sommer. 'Improving Biotech Education through Gamified Laboratory Simulations'. *Nature Biotechnology* 32 (8 July 2014): 694–97. <https://doi.org/10.1038/nbt.2955>.
- Budai, Tamas, and Miklos Kuczmann. 'Towards a Modern, Integrated Virtual Laboratory System'. *Acta Polytechnica Hungarica* 15, no. 3 (2018): 191–204.

- Burdina, Gulnara M., Irina E. Krapotkina, and Liliya G. Nasyrova. 'Distance Learning in Elementary School Classrooms: An Emerging Framework for Contemporary Practice'. *International Journal of Instruction* 12, no. 1 (2019): 1–16.
- Bustani, Dahlan Abdullah, and Fadlisyah. *Statistika: Terapannya Pada Bidang Informatika*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2014.
- Cholid, Nur. *Pengembangan Multimedia Pembelajaran*. Semarang: CV Presisi Cipta Media, 2021.
- Cholid, Nur, and Herni Ambarwati. 'Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Android Kodular Materi Zakat Mata Pelajaran Fikih Untuk Meningkatkan Motivasi Di Madrasah Ibtidaiyah'. *Wahana Akademika: Jurnal Studi Islam Dan Sosial* 8, no. 2 (1 November 2021): 125–36. <https://doi.org/10.21580/wa.v8i2.9530>.
- Christ, Tanya, Poonam Arya, and Yu Liu. 'Technology Integration in Literacy Lessons: Challenges and Successes'. *Literacy Research and Instruction* 58, no. 1 (2 January 2019): 49–66. <https://doi.org/10.1080/19388071.2018.1554732>.
- Clarke, Alan. *Designing Computer-Based Learning Materials*. London: Routledge Taylor & Francis Group, 2018. <https://doi.org/10.4324/9780429444654>.
- Cuturi, Luigi F., Giulia Cappagli, Nikoleta Yiannoutsou, Sara Price, and Monica Gori. 'Informing the Design of a Multisensory Learning Environment for Elementary Mathematics Learning'. *Journal on Multimodal User Interfaces* 16, no. 2 (2022): 155–71. <https://doi.org/10.1007/s12193-021-00382-y>.
- Damopolii, Insar. 'Model pembelajaran Berbasis Inkuiri'. In *Model Pembelajaran Inovatif*. Bandung: Media Sains Indonesia, 2021.
- Dari, Retno Wulan, and Neng Ria Nasih. 'Analisis Keterampilan Proses Sains Mahasiswa Pada Praktikum Menggunakan E-Modul'. *Edu Sains: Jurnal Pendidikan Sains dan Matematika* 8, no. 2 (26 December 2020): 12–21. <https://doi.org/10.23971/eds.v8i2.1626>.
- Darmaji, Darmaji, Dwi Agus Kurniawan, Astalini Astalini, and Heldalia Heldalia. 'Analisis Keterampilan Proses Sains Siswa Pada Materi Pemantulan Pada Cermin Datar'. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*

5, no. 7 (30 July 2020): 1013–19.
<https://doi.org/10.17977/jptpp.v5i7.13804>.

Desstya, Anatri. 'Keterampilan Proses Sains Dan Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar (Telaah Buku Siswa Kelas Iv Sd Tema 2 Karya Sumini)'. *Jurnal Profesi Pendidikan Dasar* 2, no. 2 (2015): 8.

Dichev, Christo, and Darina Dicheva. 'Gamifying Education: What Is Known, What Is Believed and What Remains Uncertain: A Critical Review'. *International Journal of Educational Technology in Higher Education* 14, no. 1 (20 February 2017): 9. <https://doi.org/10.1186/s41239-017-0042-5>.

Direktorat Sekolah Dasar: Direktorat Jenderal PAUD, Dikdas dan Dikmen Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. 'Menyiapkan Pendidik Profesional Di Era Society 5.0'. *ditpsd.kemdikbud.go.id*. 3 February 2021. <http://ditpsd.kemdikbud.go.id/artikel/detail/menyiapkan-pendidik-profesional-di-era-society-50>.

Dwijono. 'Pembelajaran Biologi Melalui Inkuiri Terbimbing Dan Inkuiri Bebas Termodifikasi Ditinjau Dari Keterampilan Proses Sains Dan Kreativitas Siswa'. *JEMS: Jurnal Edukasi Matematika Dan Sains* 4, no. 2 (16 March 2017): 66–75. <https://doi.org/10.25273/jems.v4i2.686>.

Faizah, Ulifa Rahma, and Yuliezar Perwira Dara. *Psikologi Pendidikan: Aplikasi Teori di Indonesia*. Malang: Universitas Brawijaya Press, 2017.

Farida, Ida. *Evaluasi Pembelajaran Berdasarkan Kurikulum Nasional*. Bandung: Remaja Rosdakarya, 2017.

Fatonah, Siti, and ZUhdan Kun K Prasetyo. *Pembelajaran Sauna*. Yogyakarta: Ombak, 2014.

Ferdiansyah, Yusuf, Ari Wibowo Kurniawan, Febrita Paulina Heynoek, and Usman Wahyudi. 'Aplikasi Kodular Materi Bola Basket Untuk Guru PJOK SMP'. *Sport Science and Health* 4, no. 6 (2022): 484–94. <https://doi.org/10.17977/um062v4i62022p484-494>.

Fernandes, Reno. 'Relevansi Kurikulum 2013 Dengan Kebutuhan Peserta Didik Di Era Revolusi 4.0'. *Jurnal Socius: Journal of Sociology Research and Education* 6, no. 2 (31 December 2019): 70–80. <https://doi.org/10.24036/scs.v6i2.157>.

- Firdaus, Salsabila, and Ghullam Hamdu. 'Pengembangan Mobile Learning Video Pembelajaran Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) Di Sekolah Dasar'. *JINOTEP (Jurnal Inovasi Dan Teknologi Pembelajaran): Kajian Dan Riset Dalam Teknologi Pembelajaran* 7, no. 2 (2020): 66–75.
- Foulger, Teresa S., Kevin J. Graziano, Denise Schmidt-Crawford, and David A. Slykhuis. 'Teacher Educator Technology Competencies'. *Journal of Technology and Teacher Education* 25, no. 4 (October 2017): 413–48.
- Gasila, Yesi, Syarifah Fadillah, and Wahyudi Wahyudi. 'Analisis Keterampilan Proses Sains Siswa dalam Menyelesaikan Soal IPA di SMP Negeri Kota Pontianak'. *Jurnal Inovasi Dan Pembelajaran Fisika* 6, no. 1 (30 May 2019): 14–22. <https://doi.org/10.36706/jipf.v6i1.10399>.
- Gunawan, Ahmad Harjono, Hermansyah Hermansyah, and Lovy Herayanti. 'Guided Inquiry Model Through Virtual Laboratory To Enhance Students' Science Process Skills On Heat Concept'. *Cakrawala Pendidikan* 38, no. 2 (16 June 2019): 259–68. <https://doi.org/10.21831/cp.v38i2.23345>.
- Haerani, Siti Aisyah Siska, Dadi Setiadi, and Dewa Ayu Citra Rasmi. 'Pengaruh Model Inkuiri Bebas Terhadap Kemampuan Literasi Sains'. *Jurnal Pijar MIPA* 15, no. 2 (2020): 140–44. <http://dx.doi.org/10.29303/jpm.v14i3.1230>.
- Hamdi. *Energi Terbarukan*. Jakarta: Prenada Media, 2016.
- Hamid, Mustofa Abi, Rahmi Ramadhani, Masrul Masrul, Juliana Juliana, Meilani Safitri, Muhammad Munsarif, Jamaludin Jamaludin, and Janner Simarmata. *Media Pembelajaran*. Medan: Yayasan Kita Menulis, 2020.
- Harasim, Linda. *Learning Theory and Online Technologies*. 2nd ed. New York: Routledge, 2017. <https://doi.org/10.4324/9781315716831>.
- Hari, Bayu Sapta. *Belajar IPA dan Matematika yang Efektif*. Bandung: Penerbit Duta, 2019.
- Hasan, Muhammad, Yeni Nuraeni, Wahyudin, Ririn Oktariyani, Lusiani Lusiana S. Pd Si, Nuri Huda, Endah Setioningsih, Fitri Yati, Laila Hidayatul Amin, and Srie Faizah Lisnasari. *Evaluasi Pembelajaran*. Bandung: Media Sains Indonesia, 2021.

- Hasanah, Aswatun. 'Analisis Muatan Literasi Sains Dalam Buku Tematik Terpadu Siswa SD/MI Kurikulum 2013 Kelas V Edisi Revisi 2017'. Masters, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, 2020. <https://digilib.uin-suka.ac.id/id/eprint/46204/>.
- Hasanah, Nurul, and Elfi Lailan Syamita Lubis. 'Pengaruh Model Inkuiri Terbimbing Dan Inkuiri Bebas Termodifikasi Terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa Sekolah Dasar'. *Jurnal Sintaksis* 3, no. 2 (31 December 2021): 44–55.
- Heflin, Houston, Jennifer Shewmaker, and Jessica Nguyen. 'Impact of Mobile Technology on Student Attitudes, Engagement, and Learning'. *Computers & Education* 107 (1 April 2017): 91–99. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.01.006>.
- Heksa, Afrita. *Pembelajaran Inkuiri Di Masa Pandemi*. Yogyakarta: Deepublish, 2020.
- Herlianus, Herlianus, and Goldie Gunadi. 'Pengembangan Media Pembelajaran Organ Gerak Hewan dan Manusia Berbasis Android Menggunakan Kodular'. *Informatik : Jurnal Ilmu Komputer* 18, no. 1 (15 August 2022): 88–96. <https://doi.org/10.52958/iftk.v17i4.4605>.
- Hidayat, Aziz Alimul. *Menyusun Instrumen Penelitian & Uji Validitas-Reliabilitas*. Surabaya: Health Books Publishing, 2021.
- Hisbullah, and Nurhayati Selvi. *Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam Di Sekolah Dasar*. Makassar: Aksara Timur, 2018.
- Hodges, Charles B., Stephanie Moore, Barbara B. Lockee, Torrey Trust, and Mark Aaron Bond. 'The Difference Between Emergency Remote Teaching and Online Learning', 27 March 2020. <https://vtechworks.lib.vt.edu/handle/10919/104648>.
- Huda, Irkham Abdaul. 'Perkembangan Teknologi Informasi Dan Komunikasi (TIK) Terhadap Kualitas Pembelajaran Di Sekolah Dasar'. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling* 2, no. 1 (2020): 121–25. <https://doi.org/10.31004/jpdk.v1i2.622>.
- Hutahaean, Parel Wellman. *Penerapan Konsep Gamification pada E-Learning*. Malang: Ahlimedia Press, 2021.

- Iano, Yuzo, Osamu Saotome, Guillermo Kemper, Ana Claudia Mendes de Seixas, and Gabriel Gomes de Oliveira. 'Proceedings of the 6th Brazilian Technology Symposium (BTSym'20): Emerging Trends and Challenges in Technology'. Jerman: Springer Nature, 202AD. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-75680-2>.
- Isrok'atun, and Amelia Rosmala. *Model-Model Pembelajaran Matematika*. Jakarta: Bumi Aksara, 2018.
- Jalimus, Nizwardi, and Ambiyar. *Media dan Sumber Pembelajaran*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group, 2016.
- Jalmur, Nizwardi, and Ambiyar. *Media dan Sumber Pembelajaran*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group, 2016.
- Jarvis, Matt. *Teori-Teori Psikologi: Pendekatan Modern untuk Memahami Perilaku, Perasaan, dan Pikiran Manusia*. Diterjemahkan oleh SPA-Teamwork. Bandung: Nusamedia, 2019.
- Johnson, Carla C., and Jamison D. Fargo. 'A Study of the Impact of Transformative Professional Development on Hispanic Student Performance on State Mandated Assessments of Science in Elementary School'. *Journal of Science Teacher Education* 25, no. 7 (25 October 2014): 845–59. <https://doi.org/10.1007/s10972-014-9396-x>.
- Junaidi, Akhiar, Rinaldi, and Andi Hendri. 'Model Fisik Kincir Air sebagai Pembangkit Listrik'. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Riau* 1, no. 2 (2014): 1–9.
- Jundu, Ricardus, Pius Herman Tuwa, and Rosnadiana Seliman. 'Hasil Belajar IPA Siswa SD Di Daerah Tertinggal Dengan Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing'. *Scholaria: Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan* 10, no. 2 (22 May 2020): 103–11. <https://doi.org/10.24246/j.js.2020.v10.i2.p103-111>.
- Jusman, Jusman, Santih Anggereni, Hajeriati Hajeriati, Mukti Ali, and Muh Iqbal. 'Perbandingan Pemahaman Translasi Antara Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Dan Inkuiri Bebas Termodifikasi Mahasiswa Pendidikan Fisika UIN Alauddin Makassar'. *JPF (Jurnal Pendidikan Fisika) Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar* 8, no. 1 (2 March 2020): 22–29. <https://doi.org/10.24252/jpf.v8i1.12524>.

- Jusman, Jusman, Azmar Azmar, Imam Permana, Muh Syihab Ikbal, and Mukhti Ali. 'Perbandingan Pemahaman Konsep Interpretasi Fisika Antara Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Dan Inkuiri Bebas Termodifikasi'. *Konstan. Jurnal Fisika Dan Pendidikan Fisika* 5, no. 2 (31 December 2020): 86–94. <https://doi.org/10.20414/konstan.v5i2.60>.
- Jusuf, Heni. 'Penggunaan Gamifikasi Dalam Proses Pembelajaran'. *Jurnal TICOM* 5, no. 1 (2016).
- Kapp, Karl M. *The Gamification of Learning and Instruction: Game-Based Methods and Strategies for Training and Education*. Amerika: Pfeiffer A Wiley Imprint, 2012.
- Kapp, Karl M, Lucas Blair, and Rich Mesch. *The Gamification of Learning and Instruction Fieldbook: Ideas into Practice*. San Francisco: Wiley, 2014.
- Kapp, Karl M, and John Cone. 'What Every Chief Learning Officer Needs to Know about Games and Gamification for Learning'. Institute for Interactive Technologies, 2012. <https://karlkapp.com/articles/>.
- Karl, Kapp. 'Gamification: Separating Fact from Fiction'. Chief Learning Officer, 2014. www.CLOmedia.com/materials/view/255.
- Kelana, Jajang Bayu, and Duhita Savira Wardani. *Model Pembelajaran IPA SD*. Cirebon: Edutrimedia Indonesia, 2021.
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. 'Data Referensi Pendidikan'. Daftar Satuan Pendidikan. Accessed 3 December 2021. <https://referensi.data.kemdikbud.go.id/index11.php?kode=050718&level=3>.
- Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi. Peraturan Menteri Kementerian Riset, Teknologi, Dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia Nomor 55 Tahun 2017 tentang Standar Pendidikan Guru, 55 § (2017). <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/140978/permen-ristekdikti-no-55-tahun-2017>.
- Kodular Creator. 'About Kodular', 2020. <https://legal.junnovate.com/kodular/tos/>.
- Koto, Indra, Sahala Siallagan, Lisyanto, and Agus Noviar Putra. *Modul Bioarang Organik Energi Alternatif*. Medan: Yayasan Kita Menulis, 2019.

- Kresnoadi. 'Sejarah Revolusi Industri 4.0 dan Apa itu Era Society 5.0?' Education. ruangguru.com, 3 January 2021. <https://www.ruangguru.com/blog/revolusi-industri-4.0>.
- Kristi, Juliana, and Renny Sari Dewi. 'Rancang Bangun Aplikasi Berbasis Android Untuk Mengestimasi Usaha Dan Biaya Proyek Pengembangan Perangkat Lunak'. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri* 8, no. 1 (2021). <https://doi.org/10.25124/jrsi.v8i1.427>.
- Kumar, Rajeev, Vishal S. Chauhan, Mohammad Talha, and Himanshu Pathak. 'Machines, Mechanism and Robotics: Proceedings of INaCoMM 2019'. Jerman: Springer Nature, 2021. <https://doi.org/10.1007/978-981-16-0550-5>.
- Kustandi, Cecep, and Daddy Darmawan. *Pengembangan Media Pembelajaran: Konsep dan Aplikasi Pengembangan Media Pembelajaran bagi Pendidik di Sekolah dan Masyarakat*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group, 2020.
- Latip, Asep Ediana. *Evaluasi Pembelajaran Di SD Dan MI Perencanaan Dan Pelaksanaan Penilaian Hasil Belajar Autentik*. Bandung: Remaja Rosdakarya, 2018.
- Lee, Victor R., Joel R. Drake, and Jeffrey L. Thayne. 'Appropriating Quantified Self Technologies to Support Elementary Statistical Teaching and Learning'. *IEEE Transactions on Learning Technologies* 9, no. 4 (October 2016): 354–65. <https://doi.org/10.1109/TLT.2016.2597142>.
- Lepiyanto, Agil. 'Analisis Keterampilan Proses Sains Pada Pembelajaran Berbasis Praktikum'. *BIOEDUKASI (Jurnal Pendidikan Biologi)* 5, no. 2 (21 April 2017): 156–61. <https://doi.org/10.24127/bioedukasi.v5i2.795>.
- Lestari, Mega Yati, and Nirva Diana. 'Keterampilan Proses Sains (KPS) pada Pelaksanaan Praktikum Fisika Dasar I'. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education* 1, no. 1 (1 August 2018): 49–54. <https://doi.org/10.24042/ijmsme.v1i1.2474>.
- Liao, Yi-Wen, Min-Chai Hsieh, and Chun-Wang Wei. 'Effectiveness of Integrating AR and IoT Technologies into Environmental Education for Elementary School Students'. In *2021 International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, 78–80, 2021. <https://doi.org/10.1109/ICALT52272.2021.00031>.

- Lin, Ming-Hung, Huang-g Chen, and kuang-Sheng Liu. 'A Study of the Effects of Digital Learning on Learning Motivation and Learning Outcome'. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education* 13, no. 7 (15 June 2017): 3553–64. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00744a>.
- Liu, Shuai, Zhaojun Li, Yudong Zhang, and Xiaochun Cheng. 'Introduction of Key Problems in Long-Distance Learning and Training'. *Mobile Networks and Applications* 24, no. 1 (2019): 1–4. <https://doi.org/10.1007/s11036-018-1136-6>.
- Liua, Chang, Qing Zhua, Kenneth A. Holroydb, and Elizabeth K. Seng. 'Status and Trends of Mobile-Health Applications for IOS Devices: A Developer's Perspective'. *Journal of Systems and Software, Mobile Applications: Status and Trends*, 84, no. 11 (1 November 2011): 2022–33. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2011.06.049>.
- López, Ivaro Fernández, María José Rodríguez-Fórtiz, María Luisa Rodríguez-Almendros, and María José Martínez-Segura. 'Mobile Learning Technology Based on IOS Devices to Support Students with Special Education Needs'. *Computers & Education* 61 (2013): 77–90. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.09.014>.
- Lovisia, Endang. 'Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Terhadap Hasil Belajar'. *SPEJ (Science and Physic Education Journal)* 2, no. 1 (27 December 2018): 1–10. <https://doi.org/10.31539/spej.v2i1.333>.
- Magdalena, Ina. *Evaluasi Pembelajaran SD (Teori Dan Praktik)*. Sukabumi: Jejak Publisher, 2020.
- Marheni, Ni Putu, I Wayan Muderawan, and Tika, I Nyoman. 'Studi Komparasi Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Dan Model Pembelajaran Inkuiri Bebas Terhadap Hasil Belajar Dan Keterampilan Proses Sains Siswa Pada Pembelajaran Sains SMP'. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran IPA Indonesia* 4, no. 1 (25 June 2014). https://ejournal-pasca.undiksha.ac.id/index.php/jurnal_ipa/article/view/1286.
- Mashfufah, Aynin, Joko Nurkamto, Sajidan, and WIranto. *Model Pembelajaran Inquiry Laboratory Berbasis Etno-sosioekologi untuk Memberdayakan Literasi Lingkungan pada Mahasiswa*. Klaten: Lakeisha, 2020.
- Mayer, Richard E. 'Where Is the Learning in Mobile Technologies for Learning?' *Contemporary Educational Psychology* 60 (2020): 101824. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2019.101824>.

- Muhsin, Moh Ali. *Mengenal Istilah-Istilah Dalam Pendidikan*. Pamekasan: Duta Media Publishing, 2020.
- Murdani, Eka. 'Hakikat Fisika Dan Keterampilan Proses Sains'. *Jurnal Filsafat Indonesia* 3, no. 3 (26 September 2020): 72–80. <https://doi.org/10.23887/jfi.v3i3.22195>.
- Nasution, Sari Wahyuni Rozi. 'Penerapan Model Inkuiri Terbimbing (Guided Inquiry) Dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Pada Pembelajaran Fisika'. *Jurnal Education And Development* 3, no. 1 (30 January 2018): 1–1. <https://doi.org/10.37081/ed.v3i1.85>.
- Novia, Anna Permanasari, Riandi, and Ida Kasiawati. 'Tren Penelitian Educational Game Untuk Peningkatan Kreativitas Siswa: Sebuah Systematic Review Dari Literatur | Novia | Jurnal Inovasi Pendidikan IPA'. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA* 6, no. 2 (2020). <https://doi.org/10.21831/jipi.v6i2.38419>.
- Nugraha, Arief Juang, Hardi Suyitno, and Endang Susilaningsih. 'Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Ditinjau Dari Keterampilan Proses Sains Dan Motivasi Belajar Melalui Model PBL'. *Journal of Primary Education* 6, no. 1 (22 May 2017): 35–43. <https://doi.org/10.15294/jpe.v6i1.14511>.
- Nuraini, Ani. 'Perbedaan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Dengan Model Pembelajaran Inkuiri Bebas'. *Gea: Jurnal Pendidikan Geografi* 13, no. 2 (2013): 1–19.
- Nurmayani, Lia, Aris Doyan, and Ni Nyoman Sri Putu Vrawati. 'Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Terhadap Hasil Belajar Fisika Peserta Didik'. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA* 4, no. 2 (17 July 2018). <https://doi.org/10.29303/jppipa.v4i2.113>.
- Partovi, Tahereh, and Majid Reza Razavi. 'The Effect of Game-Based Learning on Academic Achievement Motivation of Elementary School Students'. *Learning and Motivation* 68 (1 November 2019): 101592. <https://doi.org/10.1016/j.lmot.2019.101592>.
- Pirker, Johanna, Stefan Berger, Christian Guetl, John Belcher, and Philip Bailey. 'Understanding Physical Concepts Using an Immersive Virtual Learning Environment'. In *Proceedings of the 2nd European Immersive Education Summit*, 183–91. Paris: Curtin University, 2012. <http://hdl.handle.net/20.500.11937/8826>.

- Pirker, Johanna, Isabel Lesjak, Mathias Parger, and Christian Gütl. 'An Educational Physics Laboratory in Mobile Versus Room Scale Virtual Reality - A Comparative Study'. In *Online Engineering & Internet of Things*, edited by Michael E. Auer and Danilo G. Zutin, 1029–43. Lecture Notes in Networks and Systems. Cham: Springer International Publishing, 2018. https://doi.org/10.1007/978-3-319-64352-6_95.
- Prawiradilaga, Dewi Salma. *Wawasan Teknologi Pendidikan*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group, 2012.
- Prayunisa, Fena, and Mulia Rasyidi. 'Perbandingan Model Pembelajaran Inkuiri Bebas Dan Inkuiri Bebas Termodifikasi Terhadap Hasil Belajar Kimia Siswa Ditinjau Dari Kemampuan Awal Siswa Kelas X SMAN 2 Selong Tahun Pelajaran 2019/2020'. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan* 6, no. 4 (30 November 2020): 595–601. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4297695>.
- Prayunisa, Fena, Wildan Wildan, and Harry Soeprianto. 'Perbandingan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing dan Inkuiri Bebas Termodifikasi terhadap Hasil Belajar Kimia Siswa ditinjau dari Kemampuan Awal Siswa Kelas X SMAN 1 Masbagik Tahun Pelajaran 2016/2017'. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA* 2, no. 1 (31 July 2019). <https://doi.org/10.29303/jpmipi.v1i2.293>.
- Pribadi, Benny. A. *Media Dan Teknologi Dalam Pembelajaran*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group, 2017.
- Prihantini, Ainia. *Master Bahasa Indonesia Panduan Tata Bahasa Indonesia Terlengkap*. Yogyakarta: Benteng Pustaka, 2015.
- Purnomo, Bagiyo Condro, Andi Widiyanto, Suroto Munahar, Anisa Hakim Purwantini, Lintang Muliawanti, and Moch Imron Rosyidi. 'Implementasi Energi Biogas Sebagai Energi Alternatif Pembangkit Listrik Di Kabupaten Boyolali'. *CARADDE: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 3, no. 2 (2020). <https://doi.org/10.31960/caradde.%20v3i2.549>.
- Putri, Anggarita Meylinda, I Ketut Mahardika, and Nuriman. 'Model Pembelajaran Free Inquiry (Inkuiri Bebas) Dalam Pembelajaran Multirepresentasi Fisika Di MAN 2 Jember'. *Jurnal Pembelajaran Fisika* 1, no. 3 (2012): 324–27.
- Qiftiyah, Maratul. 'Muatan HOTS (Higher Order Thinking Skills) Dalam Bahan Ajar Ilmu Pengetahuan Alam Kelas V SD/MI'. Masters, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, 2020. <https://digilib.uin-suka.ac.id/id/eprint/46205/>.

- Rahardjo, Maria Melita. 'Implementasi Pendekatan Saintifik Sebagai Pembentuk Keterampilan Proses Sains Anak Usia Dini'. *Scholaria: Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan* 9, no. 2 (23 May 2019): 148–59. <https://doi.org/10.24246/j.js.2019.v9.i2.p148-159>.
- Rahman, Aliah, and Kimin Kimin. 'Pengaruh Debit Air Terhadap Kinerja Kincir Air'. *Dinamis* 2, no. 12 Des (12 December 2018): 76–79.
- Retnawati, Heri. *Analisis Kuantitatif Instrumen Penelitian Panduan Peneliti, Mahasiswa, Dan Psikometrian*. Yogyakarta: Parama Publishing, 2016.
- Rezky, Monovatra Predy, Joko Sutarto, Titi Prihatin, Arief Yulianto, and Irajuna Haidar. 'Generasi Milenial Yang Siap Menghadapi Era Revolusi Digital (Society 5.0 Dan Revolusi Industri 4.0) Di Bidang Pendidikan Melalui Pengembangan Sumber Daya Manusia'. In *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana (PROSNAMPAS)*, 2:1117–25. Semarang: Pusat Pengembang Jurnal Universitas Negeri Semarang, 2019. <https://proceeding.unnes.ac.id/index.php/snpasca/article/view/424>.
- Rinaldi, Muammar, and Ihdina Gustina. *Pengantar Statistika*. Medan: Larispa Indonesia, 2022.
- Rismayanti, Tristi Ardita, Nurul Anriani, and Sukirwan Sukirwan. 'Pengembangan E-Modul Berbantu Kodular Pada Smartphone Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa SMP'. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika* 6, no. 1 (2022): 859–73. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v6i1.1286>.
- Rizaldi, Dedi Riyan, A. Wahab Jufri, and Jamaluddin Jamaluddin. 'PhET: Simulasi Interaktif Dalam Proses Pembelajaran Fisika'. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan* 5, no. 1 (9 May 2020): 10–14. <https://doi.org/10.29303/jipp.v5i1.103>.
- Rizkiana, Fitria, I. Wayan Dasna, and Siti Marfu'ah. 'Pengaruh Praktikum Dan Demonstrasi Dalam Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Terhadap Motivasi Belajar Siswa Pada Materi Asam Basa Ditinjau Dari Kemampuan Awal'. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan* 1, no. 3 (1 March 2016): 354–62. <https://doi.org/10.17977/jp.v1i3.6161>.

- Rizkinaswara, Leski. 'Revolusi Industri 4.0'. Aptika.kominfo.go.id. Ditjen Aptika, 28 January 2020. <https://aptika.kominfo.go.id/2020/01/revolusi-industri-4-0/>.
- Ronaldo, and Ardoni. 'Pembuatan Aplikasi Mobile "Wonderful of Minangkabau" Sebagai Gudang Informasi Pariwisata Di Sumatera Barat Melalui Website Kodular'. *Info Bibliotecha: Jurnal Perpustakaan Dan Informasi* 2, no. 1 (2020). <https://doi.org/10.24036/ib.v2i1.90>.
- Rosenberg, Marian G., and Yunjo An. 'Supporting Science Teachers' Learner-Centered Technology Integration through Situated Mentoring'. *Educational Process: International Journal* 8, no. 4 (2019): 248–63. <http://dx.doi.org/10.22521/edupij.2019.84.4>.
- Rusman. *Belajar Dan Pembelajaran Berbasis Komputer Mengembangkan Profesionalisme Guru Abad 21*. Cet. Ke-3. Bandung: Alfabeta, 2018.
- . *Belajar Dan Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Cet. Ke-2. Jakarta: Prenadamedia Group, 2018.
- Sabariah, Hayatun, Muhamad Ahdor Daenuri, Ramsah Ali, Ihwan Rahman Bahtiar, Nur Azizah, Evanirosa, Nurus Amzana, and Reni Marlana. *Pengembangan Media Pembelajaran PAI*. Pasaman: Cv. Azka Pustaka, 2021.
- Sanaky, Hujair AH. *Media Pembelajaran Interaktif-Inovatif*. Yogyakarta: Kaukaba Dipantara, 2013.
- Sari, Yulina Kartika, and Salman Tanjung. *Meta Analisis Terhadap Pengaruh Pembelajaran Inkuiri: Dalam Pemecahan Masalah Matematis Siswa SLTP*. Tasikmalaya: Edu Publisher, 2022.
- Sariyyah, Nining. 'Pemanfaatan Media Manipulatif Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Di Kelas V SDI Ende 14'. *Jurnal Kiprah* 8, no. 2 (2020): 123–31. <https://doi.org/10.31629/kiprah.v8i2.1993>.
- Satrianawati. *Media dan Sumber Belajar*. Yogyakarta: Deepublish, 2018.
- Setiawati, Yuli. 'Analisis Higher Order Thinking Skills (HOTS) Pada Soal Penilaian Tengah Semester Pembelajaran Tematik Peserta Didik Kelas IV di MI Kabupaten Sleman'. Masters, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, 2020. <https://digilib.uin-suka.ac.id/id/eprint/45959/>.

- Setyani, Nita Depit, A. Suparmi, and Sarwanto Sarwanto. 'Kemampuan Berpikir Analitis Mahasiswa Dalam Pembelajaran Menggunakan Model Inkuiri Bebas'. In *Prosiding SNPF (Seminar Nasional Pendidikan Fisika)*, 54–59. Madiun: Program Studi Fisika Universitas PGRI Madiun, 2017. <http://e-journal.unipma.ac.id/index.php/snpf/article/view/1613>.
- Shadie, Rustam, Wu-Yuin Hwang, and Yueh-Min Huang. 'Review of Research on Mobile Language Learning in Authentic Environments'. *Computer Assisted Language Learning* 30, no. 3–4 (19 May 2017): 284–303. <https://doi.org/10.1080/09588221.2017.1308383>.
- Simatupang, Halim, and Dirga Purnama. *Handbook Best Practice Strategi Belajar Mengajar*. Surabaya: Pustaka Media Guru, 2019.
- Siregar, Pariang Sonang. *Pembelajaran IPA Sekolah Dasar*. Yogyakarta: Deepublish, 2017.
- Siregar, Tiurlina. 'Inquiry Learning'. In *Model Pembelajaran Era Society 5.0*. Cirebon: Insania, 2021.
- Siswono, Hendrik. 'Analisis Pengaruh Keterampilan Proses Sains Terhadap Penguasaan Konsep Fisika Siswa'. *Momentum: Physics Education Journal*, 30 September 2017, 83–90. <https://doi.org/10.21067/mpej.v1i2.1967>.
- Smaldino, Sharon E., Deborah L. Lowther, and James D. Russel. *Instructional Technology & Media for Learning Teknologi Pembelajaran Dan Media Untuk Belajar Edisi Kesembilan Diterj. Oleh Arif Rahman*. Ke-3. Jakarta: Kencana Prenada Media Group, 2014.
- Song, Yanjie, Jiabin Cao, Yin Yang, and Chee-Kit Looi. 'Mapping Primary Students' Mobile Collaborative Inquiry-Based Learning Behaviours in Science Collaborative Problem Solving via Learning Analytics'. *International Journal of Educational Research* 114 (1 January 2022): 101992. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2022.101992>.
- Subali, Bambang. 'Pengukuran Kreativitas Keterampilan Proses Sains Dalam Konteks Assessment For Learning'. *Jurnal Cakrawala Pendidikan* 1, no. 1 (2011). <https://doi.org/10.21831/cp.v1i1.4196>.
- Sudjana, Nana. *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Remaja Rosdakarya, 2014.

- Sugiyono. *Metode Penelitian Pendidikan (Kuantitatif, Kualitatif, Kombinasi, R&D, Dan Penelitian Pendidikan)*. Bandung: Alfabeta, 2019.
- Sugrah, Nurfatimah. 'Implementasi Teori Belajar Konstruktivisme Dalam Pembelajaran Sains'. *Humanika: Kajian Ilmiah Mata Kuliah Umum* 19, no. 2 (2019).
- Sumardiyanto, Didit, and M. Fajri Hidayat. 'Desain Kincir Air Sederhana Untuk Pembangkit Listrik Desa Sipayung, Kecamatan Sukajaya Kabupaten Bogor Jawa Barat'. *BERDIKARI* 2, no. 1 (2019). <http://journal.uta45jakarta.ac.id/index.php/berdikari/article/view/4089>.
- Sumiharsono, Rudy, and Hisbiyatul Hasanah. *Media Pembelajaran: Buku Bacaan Wajib Dosen, Guru dan Calon Pendidik*. Cet. Ke-II. Jember: Pustaka Abadi, 2018.
- Suparmi, Ni Wayan. 'Hasil Belajar Pemahaman Konsep Dan Berpikir Kreatif Siswa Dalam Pembelajaran Inkuiri Bebas Dan Inkuiri Terbimbing'. *Journal of Education Technology* 2, no. 4 (2018): 192–96. <https://doi.org/10.23887/jet.v2i4.16548>.
- Surohman, Ahmad. 'Pengembangan Model Pembelajaran Pendekatan Metakognitif Pada SD/ MI'. Masters, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, 2021. <https://digilib.uin-suka.ac.id/id/eprint/47364/>.
- Suryani, and Hendriyadi. *Metode Riset Kuantitatif: Teori dan Aplikasi pada Penelitian Bidang Manajemen dan Ekonomi Islam*. Cetaan kedua. Jakarta: Prenada Media, 2016.
- Suryaningsih, Yeni. 'Pembelajaran Berbasis Praktikum Sebagai Sarana Siswa Untuk Berlatih Menerapkan Keterampilan Proses Sains Dalam Materi Biologi'. *Bio Education : (The Journal of Science and Biology Education)* 2, no. 2 (17 October 2017). <https://doi.org/10.31949/be.v2i2.759>.
- Susanti, Susi, Putu Ida Arsani Dewi, Nanda Saputra, Atika Kumala Dewi, Fajar Wulandari, TasdinTahrim, Jefryadi, et al. *Desain Media Pembelajaran SD/MI*. Aceh: Yayasan Penerbit Muhammad Zaini, 2022.
- Susanto, Ahmad. *Teori Belajar Dan Pembelajaran Di Sekolah Dasar*. Ke-2. Jakarta: Kencana Prenada Media Group, 2019.

- Sutrisno, Rifan Rahman, and Ghullam Hamdu. 'Aplikasi Mobile Learning Model Pembelajaran STEM Untuk Guru Sekolah Dasar'. *JKTP: Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan* 3, no. 3 (17 August 2020): 227–38. <https://doi.org/10.17977/um038v3i32020p227>.
- . 'Aplikasi Mobile Learning Model Pembelajaran STEM Untuk Guru Sekolah Dasar'. *Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan* 3, no. 3 (17 August 2020): 227–38. <https://doi.org/10.17977/um038v3i32020p227>.
- Syaputrizal, Nelsi, and Raudhatul Jannah. 'Media Pembelajaran Fisika Berbasis Mobile Learning pada Platform Android Menggunakan Aplikasi App Inventor untuk Meningkatkan Kemandirian Belajar Peserta Didik'. *Natural Science: Jurnal Penelitian Bidang IPA dan Pendidikan IPA* 5, no. 1 (18 March 2019): 800–809. <https://doi.org/10.15548/nsc.v5i1.901>.
- Taliak, Jeditia. *Teori Dan Model Pembelajaran*. Indramayu: Penerbit Adab, 2021.
- Tarnq, Wernhuar, Kuo-Liang Ou, Chuan-Sheng Yu, Fong-Lu Liou, and Hsin-Hun Liou. 'Development of a Virtual Butterfly Ecological System Based on Augmented Reality and Mobile Learning Technologies'. *Virtual Reality* 19, no. 3 (1 November 2015): 253–66. <https://doi.org/10.1007/s10055-015-0265-5>.
- Toharudin, Uus, Sri Hendrawati, and Andrian Rustaman. *Membangun Literasi Sains Peserta Didik*. Bandung: Humaniora, 2011.
- Ulpah, Siti. 'Asyiknya Praktikum Virtual'. BDK Jakarta Kementerian Agama RI. <https://bdkjakarta.kemenag.go.id/>, 12 November 2020. <http://https://bdkjakarta.kemenag.go.id/berita/asyiknya-praktikum-virtual>.
- UNESCO. 'UNESCO ICT Competency Framework for Teachers - UNESCO Digital Library'. Paris: the United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization, 2018. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265721>.
- Verawati, Ni Nyoman Sri Vutu, Saiful Prayogi, and Muhammad Asy'ari. 'REVIU LITERATUR TENTANG KETERAMPILAN PROSES SAINS'. *Lensa: Jurnal Kependidikan Fisika* 2, no. 1 (24 June 2014): 194–98. <https://doi.org/10.33394/j-lkf.v2i1.310>.
- Wagiran. *Metodologi Penelitian Pendidikan: : Teori Dan Implementasi*. Yogyakarta: Deepublish, 2014.

- Wahyuni, Sri. *Biogas: Energi Alternatif Pengganti BBM, Gas dan Listrik*. Jagakarsa: AgroMedia, 2013.
- . *Panduan Praktis Biogas*. Jakarta: Penebar Swadaya Grup, 2013.
- Widani, Ni Kadek Tri, Dewa Nyoman Sudana, and I Gusti Ayu Tri Agustiana. ‘Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Terhadap Hasil Belajar IPA Dan Sikap Ilmiah Pada Siswa Kelas V SD Gugus 1 Kecamatan Nusa Penida’. *Journal of Education Technology* 3, no. 1 (2019): 15–21.
- Widiyoko, Eko Putro. *Evaluasi Program Pembelajaran Panduan Praktis Bagi Pendidik Dan Calon Pendidik*. Cetakan X. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2019.
- . *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*. Cet. Ke-7. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2018.
- Wilujeng, Insih. *IPA Terintegrasi dan Pembelajarannya*. Yogyakarta: UNY Press, 2020.
- Wu, Juana, Rong Guo, Zhuo Wang, and Rongqing Zeng. ‘Integrating Spherical Video-Based Virtual Reality into Elementary School Students’ Scientific Inquiry Instruction: Effects on Their Problem-Solving Performance’. *Interactive Learning Environments* 29, no. 3 (3 April 2021): 496–509. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1587469>.
- Wulanningsih, Sri, Baskoro Adi Prayitno, and Riezky Maya Probosar. ‘Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Terhadap Keterampilan Proses Sains Ditinjau Dari Kemampuan Akademik Siswa SMA Negeri 5 Surakarta’. *Pendidikan Biologi* 4, no. 2 (2012): 33–43.
- Yaumi, Muhammad. *Media dan Teknologi Pembelajaran Edisi Kedua*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group, 2021.
- Yuliati, Yuyu. ‘Peningkatan Keterampilan Proses Sains Siswa Sekolah Dasar melalui Model Pembelajaran Berbasis Masalah’. *Jurnal Cakrawala Pendas* 2, no. 2 (2016): 266390. <https://doi.org/10.31949/jcp.v2i2.335>.

- Yunita, Norma, and Tutut Nurita. 'Analisis Keterampilan Proses Sains Siswa Pada Pembelajaran Daring'. *Pensa E-Journal: Pendidikan Sains* 9, no. 3 (2021): 378–85.
- Zahra, Melta, Widya Wati, and Deden Makbuloh. 'Pembelajaran SETS (Science, Environment, Technology, Society): Pengaruhnya pada Keterampilan Proses Sains'. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education* 2, no. 3 (23 June 2019): 320–27. <https://doi.org/10.24042/ijsme.v2i3.4357>.
- Zainuddin, Zamzami, Samuel Kai Wah Chu, Muhammad Shujahat, and Corinne Jacqueline Perera. 'The Impact of Gamification on Learning and Instruction: A Systematic Review of Empirical Evidence'. *Educational Research Review* 30 (1 June 2020): 100326. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100326>.
- Zainul, Alim. *IPA Dasar Untuk PGMI/PGSD*. Bandung: Remaja Rosdakarya, 2020.
- Zanthy, Luvy Sylviana. 'Model Pembelajaran Inkuiri'. In *Model-Model Pembelajaran*. Sukoharjo: Pradina Pustaka, 2021.
- Zulfikar, Muhammad, Thamrin Tayeb, and Mardhiah Mardhiah. 'Perbandingan Penerapan Metode Inquiry Terbimbing Dan Metode Inquiry Bebas Termodifikasi Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Siswa'. *Alauddin Journal of Mathematics Education* 1, no. 1 (29 April 2019): 26–33. <https://doi.org/10.24252/ajme.v1i1.10931>.