

**PENGEMBANGAN BAHAN AJAR *MOBILE LEARNING* BERORIENTASI
PENDIDIKAN UNTUK PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN TEMA TEKNOLOGI
RAMAH LINGKUNGAN UNTUK MENINGKATKAN LITERASI LINGKUNGAN DAN
BERPIKIR KRITIS SISWA SMP**

TESIS

Diajukan untuk memenuhi sebagian dari syarat untuk memperoleh gelar Magister Pendidikan
Ilmu Pengetahuan Alam



Oleh:
SYIFA QALBIYATUL LAYYINAH
2105484

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

2024

**PENGEMBANGAN BAHAN AJAR *MOBILE LEARNING* BERORIENTASI
PENDIDIKAN UNTUK PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN TEMA TEKNOLOGI
RAMAH LINGKUNGAN UNTUK MENINGKATKAN LITERASI LINGKUNGAN DAN
BERPIKIR KRITIS SISWA SMP**

Oleh
Syifa Qalbiyatul Layyinah

S.Pd Universitas Pendidikan Indonesia, 2017

Sebuah Tesis yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Magister Pendidikan (M.Pd.) pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Syifa Qalbiyatul Layyinah 2024
Universitas Pendidikan Indonesia
Agustus 2024

Hak Cipta dilindungi undang-undang.
Tesis ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.


LEMBAR PENGESAHAN TESIS

SYIFA QALBIYATUL LAYYINAH

NIM. 2105484

**PENGEMBANGAN BAHAN AJAR *MOBILE LEARNING* BERORIENTASI
PENDIDIKAN UNTUK PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN TEMA TEKNOLOGI
RAMAH LINGKUNGAN UNTUK MENINGKATKAN LITERASI LINGKUNGAN DAN
BERPIKIR KRITIS SISWA SMP**

Disetujui dan disahkan oleh:
Pembimbing I



Prof. Dr. Parlindungan Sinaga, M.Si

NIP. 196204261987031002

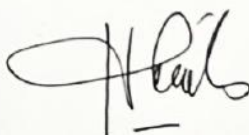
Pembimbing II



Dr. Amprasto, M.Si

NIP. 196607161991011001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam
Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Pendidikan Indonesia



Prof. Dr. Ida Kaniawati, M.Si

NIP. 196807031992032001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahawa tesis yang berjudul “**Pengembangan Bahan Ajar Mobile Learning Berorientasi ESD Pada Teknologi Ramah Lingkungan Untuk Meningkatkan Literasi Lingkungan dan Berpikir Kritis Siswa SMP**” beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan tersebut, saya siap menanggung resiko yang dijatuhkan kepada saya apabila kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya dan atau ada klaim pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, 1 Agustus 2024

Yang membuat pernyataan,



Syifa Qalbiyatul Layyinah

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyelesaian tesis ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu, pada kesempatan ini, penulis ingin menyatakan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Parlindungan Sinaga, M.Si, selaku pembimbing yang dengan sabar memberikan bimbingan, arahan dan saran serta dukungan yang sangat besar sejak dimulainya penyusunan sampai dengan selesainya tesis ini.
2. Dr. Amprasto, M.Si, selaku pembimbing tesis yang dengan penuh pengertian memberikan bimbingan dan arahan serta dukungan yang teramat besar kepada penulis.
3. Prof. Dr. Ida Kaniawati, M.Si selaku ketua Departemen S2 Pendidikan IPA yang telah mendoakan dan memberi dukungan penuh selama proses penelitian sampai dengan selesainya tesis ini.
4. Prof. Dr. Diana Rochintaniawati, M.Ed selaku penguji 1 yang senantiasa memberikan arahan serta masukannya
5. Dr. Lilit Rusyati, S.Pd., M.Pd. selaku penguji 2 yang selalu memberikan semangat, dukungan, serta arahan dalam menyelesaikan study S2 ini.
6. Dr. Lilit Rusyati, S.Pd., M.Pd.dan Eliyawati, M.Pd selaku validator dalam penelitian ini yang telah memberikan masukan dan saran yang berharga dalam proses validasi instrumen dan validasi mobile learning yang dikembangkan.
7. Keluarga tercinta (Bapak Ir. H. Umar, M.MPd., Ir. Hj. Sumariyah M.MPd) yang telah mendoakan dan memberi dukungan penuh bagi penulis untuk menyelesaikan studi ini.
8. Keluarga tercinta Aram Musliman, A.Md, R.MIK., S.Tr., S.Pd., M.M selaku suami tercinta yang selalu mendoakan dan mendukung serta putri tercinta Asgadlyta Mahira Alquina Aram yang senantiasa mendampingi penulis dalam menyelesaikan tesis ini baik sejak dalam kandungan hingga setelah lahir ke dunia.
9. Saudara tercinta yang selalu memberi semangat dalam menyelesaikan studi

Dimas Fauzi Nurmuttaqin dan Hasna Fuadila Hidayati

10. Keluarga tercinta (Bapak Toha Suratman dan Ibu Lia Erlia) yang selalu membantu dan memotivasi penulis.
11. Kepala sekolah beserta guru-guru SMPN 3 Rongga yang telah memberi ijin penelitian serta dukungan selama proses penelitian.
12. Rekan-rekan mahasiswa Program Studi Pendidikan IPA Sekolah Pascasarjana UPI Angkatan 2021 dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan Namanya satu persatu.

Teriring doa yang tulus, semoga segala kebaikan Bapak/ Ibu dan saudara- saudara berikan mendapatkan balasan dari Tuhan.

**PENGEMBANGAN BAHAN AJAR *MOBILE LEARNING* BERORIENTASI
PENDIDIKAN UNTUK PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN TEMA
TEKNOLOGI RAMAH LINGKUNGAN UNTUK MENINGKATKAN
LITERASI LINGKUNGAN DAN BERPIKIR KRITIS SISWA SMP**

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan bahan ajar *mobile learning* berorientasi ESD tema Teknologi Ramah Lingkungan serta menguji keefektifannya dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SMP. Bahan ajar dikembangkan menggunakan model ADDIE dan diuji oleh ahli materi, ahli media, serta guru IPA. Pengujian efektivitas bahan ajar melibatkan kelas eksperimen (n=29) dan kelas kontrol (n=29). Penelitian ini menggunakan instrumen lembar penilaian kualitas bahan ajar, lembar uji keterpahaman, dan soal keterampilan berpikir kritis dan literasi lingkungan. Berdasarkan Analisis diperoleh data: 1) Uji kualitas dan uji keterpahaman bacaan bahan ajar memiliki kategori baik dan layak digunakan sebagai bahan ajar mandiri, (2) Terdapat perbedaan peningkatan keterampilan Berpikir Kritis dan Literasi Lingkungan yang signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol, (3) bahan ajar dapat meningkatkan keterampilan Keterampilan Berpikir Kritis dengan N-Gain sebesar 0,35 termasuk dalam kategori sedang, dan Literasi Lingkungan dengan N-Gain sebesar 0,41 termasuk dalam kategori sedang 4) Hasil uji *Effect size* keterampilan berpikir kritis menunjukkan hasil 0,71 dengan kategori sedang, kemampuan literasi lingkungan menunjukkan hasil 1,2 dengan kategori tinggi yang artinya bahan ajar efektif meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan literasi lingkungan siswa.

Kata Kunci: Bahan Ajar; *Mobile Learning*; ESD; Keterampilan Berpikir Kritis; Literasi Lingkungan.

**THE DEVELOPMENT OF MOBILE LEARNING TEACHING
MATERIALS BASED EDUCATION SUSTAINABLE DEVELOPMENT
IN ECO FRIENDLY TECHNOLOGY TO IMPROVE CRITICAL
THINKING SKILL AND ENVIRONMENTAL LITERACY**

ABSTRACT

This study aims to develop mobile learning teaching material based ESD with the theme of Eco Friendly Technology and test its effectiveness in improving junior high school students' critical thinking skills. Teaching materials were developed using the ADDIE model and tested by material experts, media experts, and science teachers. The effectiveness of teaching materials test involved an experimental class (n=29) and a control class (n=29). This study used instruments for assessing the quality of teaching materials, reading comprehension test sheet, critical thinking skills and environmental literacy questions. Based on the analysis, the data obtained: 1) The quality test and reading comprehension test are in the good category and suitable for use as independent teaching materials, (2) There is a significant difference in increasing Critical Thinking and Environmental Literacy skills between the experimental class and the control class, (3) teaching materials can improve skills Critical Thinking Skills with an N-Gain of 0.35 are included in the medium category, and Environmental Literacy with an N-Gain of 0.41 is included in the medium category 4) Effect size test results for critical thinking skills show a result of 0,7 with a medium category, Environmental literacy shows a result of 1.4 in the high category, which means that teaching materials are effective in improving students' critical thinking skills and environmental literacy.

Keywords: Teaching materials; Mobile Learning; ESD; Critical Thinking; Environmental Literacy; Eco Friendly Technology.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TESIS	iii
PERNYATAAN	iii
UCAPAN TERIMAKASIH	v
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	7
1.3 Pertanyaan Penelitian	8
1.4 Definisi Operasional	8
1.5 Tujuan Penelitian	8
1.6 Manfaat Penelitian	10
BAB II KAJIAN PUSTAKA	12
2.1 Keterampilan abad 21	12
2.2 Keterampilan Berpikir Kritis	13
2.3 Literasi lingkungan	17
2.4 <i>Educational Sustainable Development</i>	19
2.5 Kaitan ESD dengan literasi lingkungan dan keterampilan berpikir kritis.....	21
2.6 Bahan Ajar Pembelajaran	22
2.6.1 Pengertian Bahan Ajar	22
2.6.3 Fungsi Bahan Ajar	23
2.6.4 Sifat Bahan Ajar	25
2.6.5 Prinsip Bahan ajar	25
2.7 <i>Mobile learning</i>	26
2.8 Teknologi Ramah Lingkungan	27
2.8.1 Pengertian Teknologi ramah lingkungan	27

2.8.2 Aplikasi Teknologi ramah lingkungan di berbagai bidang	28
2.8.3 Aplikasi teknologi tidak ramah lingkungan	29
2.9 Kerangka Pikir Penelitian	30
2.10 Hipotesis Penelitian	33
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	34
3.1 Prosedur Pengembangan.....	34
3.1.1 <i>Analisis</i> (Analisis)	34
3.1.2 <i>Desain</i> (Desain)	41
3.1.3 <i>Development</i> (Pengembangan)	42
3.1.4 <i>Implementation</i> (Implementasi)	52
3.1.5 <i>Evaluation</i> (Evaluasi).....	54
3.2 Populasi dan Sampel.....	55
3.3 Instrumen Penelitian	55
3.4 Teknik Pengolahan dan Analisis Data	56
3.4.1 Analisis Kelayakan Bahan Ajar	56
3.4.2 Analisis Peningkatan Keterampilan berikir kritis dan literasi	58
lingkungan.....	58
3.4.3 Analisis Uji coba soal Keterampilan Berpikir Kritis dan Literasi	
Lingkungan	62
3.5 Prosedur Penelitian	68
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN	70
4.1 Kelayakan Bahan Ajar Mobile Learning berorientasi ESD	70
4.1.1 Kualitas bahan ajar	70
4.1.2 Keterpahaman wacana.....	75
4.2 Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis dan Literasi Lingkungan	80
4.2.1 Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis	80
4.2.2 Peningkatan Literasi Lingkungan	83
4.3 Keefektifan Penggunaan Bahan Ajar Terhadap Keterampilan berpikir	
Kritis dan Literasi Lingkungan	84
4.3.1 Keefektifan Penggunaan Bahan Ajar Terhadap Keterampilan	
Berpikir Kritis	85
4.3.2 Keefektifan Penggunaan Bahan Ajar Terhadap Kemampuan	

Literasi_Lingkungan siswa.....	88
4.4 Pembahasan	91
4.4.1 Kelayakan Bahan Ajar Berorientasi Mobile Learning Yang Dikembangkan	91
4.4.2 Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis dan Literasi Lingkungan	92
4.4.3 Keefektifan Penggunaan Bahan Ajar.....	97
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI	106
5.1 Simpulan.....	106
5.2 Implikasi	107
5.3 Rekomendasi	107
DAFTAR PUSTAKA	109
LAMPIRAN.....	118
AUTOBIOGRAFI.....	199

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Indikator Berpikir Kritis.....	13
Tabel 2.2 Aspek Literasi Lingkungan.....	17
Tabel 3.1 Analisis Kurikulum Materi Teknologi Ramah Lingkungan	37
Tabel 3.2 Gambaran materi dalam bahan ajar terhadap pemetaan aspek	38
Tabel 3.3 Gambaran Latihan Soal terhadap Pemetaan Aspek ESD, Berpikir Kritis, dan Literasi Lingkungan.....	40
Tabel 3.4 Desain <i>Pretest-Posttest Control Group</i>	53
Tabel 3.5 Instrumen Penelitian	55
Tabel 3.6 Interpretasi Skor Penilaian Kelayakan Modul	56
Tabel 3.7 Rubrik Keterpahaman Siswa terhadap Bahan Ajar.....	57
Tabel 3.8 Interpretasi Keterpahaman Materi Ajar	58
Tabel 3.9 Presentase Hasil Uji Kualitas Bahan Ajar Mobile Learning	58
Tabel 3.10 Interpretasi Nilai Gain.....	60
Tabel 3.11 Kriteria Keefektifan Bahan ajar	62
Tabel 3.12 Sebaran Soal Berpikir kritis	63
Tabel 3.13 Interpretasi Validitas Skor	64
Tabel 3.14 Hasil Uji Validitas Item soal Keterampilan Bepikir Kritis	64
Tabel 3.15 Hasil Uji Validitas Item Soal Kemampuan LiterasiLingkungan.....	65
Tabel 3.16 Kategori Reliabilitas	66
Tabel 3.17 Interpretasi Daya Beda Butir Soal.....	67
Tabel 3.18 Kategori Tingkat Kesukaran.....	67
Tabel 4.1 Penilaian Kualitas Bahan Ajar Divalidasi dari validator Ahli Materi ..	70
Tabel 4.2 Saran Aspek Materi terkait bahan belajar	71
Tabel 4.3 Hasil Penilaian Kualitas Bahan Ajar Divalidasi dari Validator Ahli Media	72
Tabel 4.4 Saran Aspek Media terkait bahan belajar	73
Tabel 4.5 Hasil Penilaian Kualitas Bahan Ajar Divalidasi dari Materi dan Komponen ESD.....	73
Tabel 4.6 Saran Aspek Media terkait Komponen ESD.....	78
Tabel 4.7 Hasil Uji Ide Pokok dan Pendukung Ide Pokok.....	79

Tabel 4.8 Data Tes Keterampilan Berpikir Kritis	81
Tabel 4.9 Data Tes Rata-rata N-Gain Keterampilan Berpikir Kritis berdasarkan Indikator.....	81
Tabel 4.10 Data Tes Literasi Lingkungan.....	83
Tabel 4.11 Berdasarkan hasil analisis diperoleh hasil uji normalitas dan homogenitas	85
Tabel 4.12. Hasil uji t' data peningkatan Keterampilan berpikir kritis Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol	86
Tabel 4.13 Hasil Uji Keefektifan Bahan Ajar Mobile Learning Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis.....	87
Tabel 4.14 Berdasarkan hasil analisis diperoleh hasil uji normalitas dan homogenitas	88
Tabel 4.15. Hasil uji t' data peningkatan literasi lingkungan Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol	89
Tabel 4.16 Hasil Uji Keefektifan Bahan Ajar Mobile Learning Terhadap Kemampuan Literasi Lingkungan Siswa	90

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Pembuatan Biogas.....	34
Gambar 2.2 Batu Bara.....	30
Gambar 2.3 Emisi Gas Kendaraan Bermotor.....	36
Gambar 3.1 Prosedur Pengembangan Model ADDIE	34
Gambar 3.2 Hasil Survei jenis bahan ajar.....	35
Gambar 3.3 Storyboard Bahan Ajar Mobile Learning.....	46
Gambar 3.4 Halaman Awal Bahan Ajar Mobile-Learning	47
Gambar 3.5 Tampilan "tentang bahan ajar"	48
Gambar 3.6 Tampilan Main Menu Pada bahan ajar	49
Gambar 3.7 Tampilan halaman rincian main menu	49
Gambar 3.8 Plot Penelitian	69
Gambar 4.1 Wacana dengan Uji Keterpahaman Tinggi	78
Gambar 4.2 Wacana dengan Uji Keterpahaman Sedang	79
Gambar 4.3 Presentase jumlah Siswa berdasarkan Kategori Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis.....	82
Gambar 4.4 Presentase jumlah Siswa berdasarkan Kategori Peningkatan Literasi Lingkungan	84
Gambar 4.5 Tampilan bahan ajar dengan multirepresantasi	99
Gambar 4.6 Tampilan bahan ajar dengan muatan ESD	100
Gambar 4.7 Tampilan bahan ajar dengan praktikum IPA.....	105
Gambar 4.8 Tampilan bahan ajar soal Berpikir Kritis	102
Gambar 4.9 Tampilan bahan ajar soal literasi lingkungan.....	103
Gambar 4.10 Tampilan Bahan ajar masalah kehidupan sehari-hari	104
Gambar 4.11 Ajakan untuk menggunakan teknologi ramah lingkungan.....	105

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A: Instrumen Penelitian	118
Lampiran A.1 Soal Berpikir Kritis	119
Lampiran A.2 Soal Literasi Lingkungan.....	136
Lampiran A.3 Lembar Uji Keterpahaman Ide Pokok Wacana.....	148
Lampiran B: Hasil Data Validasi Bahan Ajar	153
Lampiran B.1 Hasil Validasi Kesesuaian Materi.....	154
Lampiran B.2 Hasil Validasi Kesesuaian Materi dengan aspek ESD.....	164
Lampiran B.3 Hasil Validasi Kelayakan Media.....	174
Lampiran B.4 Hasil Uji Keterpahaman Ide Pokok Wacana.....	176
Lampiran C: Hasil Data Instrumen Penelitian	181
Lampiran C.1 Tabel Hasil Analisis N-gain Keterampilan Berpikir Kritis Kelas Eksperimen dan Kontrol.....	182
Lampiran C.2 Tabel Hasil Analisis N-gain Literasi Lingkungan Kelas Eksperimen dan Kontrol.....	185
Lampiran C.3 Hasil Pengolahan Data Berpikir Kritis dengan SPSS.....	186
Lampiran C.4 Hasil Pengolahan Data Literasi Lingkungan dengan SPSS.....	190
Lampiran D: Tampilan Bahan Ajar dan Dokumentasi	192
Lampiran D.1 Tampilan Bahan Ajar <i>Mobile Learning</i>	193
Lampiran D.2 Dokumentasi Penelitian.....	195
Lampiran D.3 Surat Ijin Penelitian	197
Lampiran D.4 Surat Telah Melakukan Penelitian	198

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, A., Ayu, C., 2, S., & Jalmo, T. (2019). Implementating Multiple Representation-Based Worksheet to Develop Critical Thinking Skills. *Journal of Turkish Science Education*, 16(1), 138–155. <https://doi.org/10.12973/tused.10271a>
- Agbedahin AV. (2019). Sustainable development, Education for Sustainable Development, and the 2030 Agenda for Sustainable Development: Emergence, efficacy, eminence, and future. *Sustainable Development*. 2019;1–12. <https://doi.org/10.1002/sd.1931>.
- Agustine, J., & Nawawi, S. (2020). Analysis of science ten grades students ' c ritical thinking skills toward virus concepts. *Indonesian Journal of Biology Education*, 3(1), 7–11.
- Aljaafil, E., & Şahin, M. (2019). Critical thinking skills for primary education: the case in Lebanon. *Turquoise International Journal of Educational Research and Social Studies*. ISSN:, 1(1), 1–7.
- Arikunto, S. (2013). *Dasar-Dasar evaluasi pendidikan edisi kedua*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Arslan R, Gulveren H. & Aydin E. (2014). A Research on Critical Thinking Tendencies and Factors that Affect Critical Thinking of Higher Education Students. *International Journal of Business and Management*; Vol. 9, No. 5; 2014. ISSN 1833-3850 E-ISSN 1833-8119. Published by Canadian Center of Science and Education
- Asriningpuri, Handajani. (2015). *Teknologi Hijau Warisan Nenek Moyang di Tanah Parahyangan*. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan Volume 7, Nomor 1, Januari 2015 Hal. 51-65*. Yogyakarta : Universitas Islam Indonesia. Dalam : <https://journal.uii.ac.id/JSTL/article/view/3507>
- Astuti, A. ., Aziz, A., Sumarti, S. ., & Bharati, D. A. (2019). Preparing 21st century teachers : implementation of 4C character's pre-service teacher through teaching practice preparing 21st century teachers : implementation of 4c character's pre-service teacher through teaching practice. *Journal of Physics: Conference Series*, 1233, 1–8.
- Atabaki A M S, Keshtiaray N. and Yarmohammadian M.H. (2015). Scrutiny of Critical Thinking Concept. *International Education Studies* vol 8 no. 3.
- Ally M, Prieto-Bla´zquez J. (2014) What is the future of mobile learning in education? *Mob Learn Appl High Educ (Spec Sect)* 11(1):142–15.
- Bustami, Y., Syafruddin, D., & Afriani, R. (2018). The implementation of contextual learning to enhance biology students ' critical thinking skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(4), 451– 457.

- Boso, C. M., van der Merwe, A. S., & Gross, J. (2021). Students' and educators' experiences with instructional activities towards critical thinking skills acquisition in a nursing school. *International Journal of Africa Nursing Sciences*, 14, 100293. <https://doi.org/10.1016/j.ijans.2021.100293>.
- Chao, C. M. (2019). Factors determining the behavioral intention to use mobile learning: An application and extension of the UTAUT model. *Frontiers in Psychology*, 10(JULY). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01652>
- Chingos, M. M., & Whitehurst, G. J. (2012). Choosing blindly instructional material, teacher effectiveness, and the common core. Brookings: Brown Center Education Policy.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications.
- Danneberg, S., & Grapentin, T. (2016). Education for sustainable development-learning of transformation. The Example of Germany (Berlin: Journal of Future Studies). 20(3), 7-20. [https://dx.doi.org/0.6531/JFS.2016.20\(3\).A7](https://dx.doi.org/0.6531/JFS.2016.20(3).A7).
- Dores, O. J., Wibowo, D. C., & Susanti, S. (2020). Analisis kemampuan berpikir kritis siswa pada mata pelajaran matematika 1. 242–254.
- Desyandri, D., & Vernanda. (2017). Pengembangan Bahan Ajar Tematik Terpadu Di Kelas V Sekolah Dasar Menggunakan Identifikasi Masalah. Seminar Nasional Hdpgsdi Wilayah 4, 163–174.
- Didham, R. J., & Ofei-Manu, P. (2020). Adaptive capacity as an educational goal to advance policy for integrating DRR into quality education for sustainable development. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 47. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2020.101631>
- Elfeky, A., & Masadeh, T. (2016). The effect of mobile learning on students' achievement and conversational skills. *International Journal of Higher Education*, 5(3), 20-31. <https://doi.org/10.5430/ijhe.v5n3p20>
- Ennis, R.H. (ED). (1985). *Goal for a Critical Thinking Curriculum, Developing Minds: A Resource Book for Teaching Thinking*. Virginia: ASDC.
- Ermawati, Y., E. Yulistia, dan P. Alamsyah. (2023). Prospek dan Potensi Biogas sebagai Energi Alternatif Menghadapi Krisis Energi. *UEEJ-Unbara Environmental Engineering Journal*. 3(2).
- Escudero, E. B., Reyna, N. L., & Morales, M. R. (2000). The Level of Difficulty and Discrimination Power of the Basic Knowledge and Skills Examination (EXHCOBA). *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 2(1), 1–16.
- Facione, P. A. (2020). *Critical Thinking: What It Is and Why It Counts*

- Facione, P. A. (2015). Permission to Reprint for Non-Commercial Uses Critical Thinking: What It Is and Why It Counts. 1–30. www.insightassessment.com.
- Fairuz T, Kurniawati I, and Sinaga P. (2019) Enhancing Critical Thinking Skills and Information Literacy of Students through Integrated Science teaching material. *Journal of Physics: Conference Series*. Doi:10.1088/1742-6596/1280/3/032045
- Farrah, M., & Abu-Dawood, A. (2018). Using mobile phone application in teaching and learning process. *International Journal of Research in English Education*, 3(2), 48-68. <https://doi.org/10.29252/ijree.3.2.48>
- Ferrer-Estévez, M., & Chalmers, R. (2021). Integrating Sustainable Development Goals in educational institutions. *The International Journal of Management Education*, 19(2). <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2021.100494>
- Fraenkel, J. R., Wallen, N.E., & Hyun, H.H. (2012). *How to Design and Evaluate Research in Education*. New York: Mc Graw-Hill.
- Haitao, N. (2022). Implementation of a Green Economy : Coal Industry , Electric Vehicles , and Tourism in Indonesia. *Dinasti International Journal of Economics, Finance and Accounting*, 3(1), 71–81
- Hariyoo, E., et. al. (2018). Designing geoscience learning for sustainable development: a professional competency assesment for posgraduate student in science education program. *Jurnal Pendidikan dan Aplikasinya*, 8(2), 61-70.
- Hamimi, L., & Sari, R. (2020). The Development Of Proof Teaching Materials For High School Students. 488(Aisteel), 113–119.
- Havidz, H. B. H., & Mahaputra, M. R. (2020). The Factor Which Influence It Infrastructure: Software, It Flexibility And Organizational Performance (Study Of Management Informations Systems Literature). *Dinasti International Journal Of Digital Business Management*, 1(6), 1023–1031. <https://doi.org/10.31933/DIJDBM>
- Hayati, M. N., Fatkhurrohman, M. A., & Learning, B. (2020). *Jurnal Pendidikan MIPA Pancasakti*. E-Journal Ups, 4(januari 2020), 1–11.
- Hidayati, A. R., Fadly, W., & Ekapti, R. F. (2021). Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Pembelajaran IPA Materi Bioteknologi. *Jurnal Tadris IPA Indonesia*, 1(1). <https://doi.org/10.21154/jtii.v1i1.68>. VolNo2021doi: <https://doi.org/>.
- Hoffler, T. N., Köhler, C., & Parchmann, I. (2019). Scientists Of The Future: An Analysis Of Talented Students' Interests. *International Journal Of STEM Education*, 6(1), 1-8
- Hollweg, K. S., Taylor, J. R., Bybee, R. W., Marcinkowski, T. J., McBeth, W. C., & Zoido, P. (2011). Developing a framework for assessing environmental

literacy. Washington, DC: North American Association for Environmental Education.

- Igbokwe, B. A. (2016). *Environmental Literacy Assessment: Assessing the Strength of an Environmental Education Program (EcoSchools) in Ontario Secondary Schools for Environmental Literacy Acquisition*. University of Windsor. <https://scholar.uwindsor.ca/etd/5644>
- Irawati, R. P., & Elmubarok, Z. (2015). Pengembangan Buku Ajar Bahasa Indonesia Tematik Berkarakter Bagi Siswa Sd Melalui Sastra Anak. *Jurnal Pendidikan Karakter*, 7(1), 81–96.
- J. O’Flaherty & M. Liddy (2018) The impact of development education and education for sustainable development interventions: a synthesis of the research, *Environmental Education Research*, 24:7, 1031–1049, DOI: 10.1080/13504622.2017.1392484.
- Kidman, G., & Casinader, N. (2019). Developing Teachers Environmental Literacy through Inquiry-based Practices. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(6). <https://doi.org/10.29333/ejmste/103065>
- Klarin, T. (2018). The concept of sustainable development: from its beginning to the contemporary issues. *Zagreb International Review of Economics & Business*, 21(1), 67-94. <https://dx.doi.org/10.2478/zireb-2018-0005>.
- Kong S. C. (2015). An experience of a threeyear study on the development of critical thinking skills in flipped secondary classrooms with pedagogical and technological support. *ScienceDirect Computers & Education journal* www.elsevier.com/locate/compedu
- Latifah, Sri, & Ardini U., (2019). “Pengembangan Bahan Ajar Interaktif Berorientasi Media Sosial Schoology Development Of Interactive Physics Teaching IPTEK Untuk Bersaing Dengan Dunia Global , Terlebih Lagi Siswa Sudah Terbiasa Memanfaatkan Internet Dalam Kehidupan Sehari-Hari . Pada P.” *02(1):36–45*.
- Leacock, T. L., Nesbit, J. C., Journal, S., Leacock, T. L., & Nesbit, J. C. (2017). *International Forum of Educational Technology & Society A Framework for Evaluating the Quality of Multimedia Learning Resources Published by : International Forum of Educational Technology & Society* STabel URL : [http://www.jstor.org/sTabel/jeductechsoci.1.10\(2\),44–59](http://www.jstor.org/sTabel/jeductechsoci.1.10(2),44–59).
- Lee, Y., Kozar, K. A., & Larsen, K. R. T. (2003). The Technology Acceptance Model: Past, Present, and Future. *Communications of the Association for Information Systems*, 12(50), 752–780. <https://doi.org/10.17705/1cais.01250>.
- Kaniawati, I., Suwarma, I.R., Hasanah, L., Rustaman, N.Y., & Nurlaelah, E. 2016. Challenges in developing engineering class design at middle classroom to improve science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education.

- Kimberlin, C. L., & Winterstein, A. G. (2008). Validity and reliability of measurement instruments used in research. *American Journal of HealthSystem Pharmacy*, 65(23), 2276–2284.
- Miangah T.M., Nezarat A. (2012.) *Mobile-Assisted Language Learning Journal*. *International Journal of Distributed and Parallel Systems*. 1 (3), 309-319.
- Michelsen, G. & Wells, P.J. (2017). A Decade of progress on education for sustainable development: reflections from the UNESCO Chairs Programme. UNESCO Publishing
- Murray, O. T., & Olcese, N. R. (2011). Teaching and learning with iPads, ready or not?. *TechTrends*, 55(6), 42-48. <https://doi.org/10.1007/s11528-011-0540-6>
- Nefilinda. (2014). *Teknologi Hijau: Solusi Untuk Pelestarian Sumber Air*. Jurnal Spasial. Sumatera Barat : STKIP PGRI. Dalam <https://www.neliti.com/id/publications/131624/teknologi-hijau-solusi-untuk-pelestarian-sumber-air>
- Nugraha, I., Athfyanti, N. N., & Prabawa, H. W. (2020). The development of computer-assisted instruction game on mirror reflection concepts for junior high school students. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 6(1), 1–10. <https://doi.org/10.21831/jipi.v6i1.28927>
- Nunez, M.B., & Clores, M.A. (2017). Environmental Literacy of K-10 Student Completers. *International Journal Of Environmental & Science Education*, 12(5): 1195-1215.
- Nur Jannah, I. (2020). Efektivitas Penggunaan Multimedia dalam Pembelajaran IPA di SD. *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*, 4(1), 54. <https://doi.org/10.23887/jisd.v4i1.24135>
- Nussifera, L., Sinaga, P., & Setiawan, A (2017). The Use of Multimodal Representation in The Physics Learning Material Development to Promote Students' Cognitive and Critical Thinking Competencies. *International Journal of Research in Applied, Natural and Social Sciences*, 5(4), 9–18. Issue.
- Oh, H.-J., & Park, J.-K. (2017). The Development and Application of Education for Sustainable Development (ESD) Program related to Creative-Experience Activity for Elementary School Students. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 36(4), 316–330. <https://doi.org/10.15267/keses.2017.36.4.31>
- Önen, A. S., & Koçak, C. (2010). Determining the critical thinking levels of student teachers and evaluating through some variables. *International online journal of educational sciences*, 2(3), 865-882.
- Ortega-Sánchez, M., Moñino, A., Bergillos, R. J., Magaña, P., & Clavero, M. (2018). Confronting learning challenges in the field of maritime and

- coastal engineering: Towards an educational methodology for sustainable development. *Journal of Cleaner Production*, 171. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.049>.
- Partono, Wardhani, H. N., Setyowati, N. I., Tsalitsa, A., & Putri, S. N. (2021). Strategi Meningkatkan Kompetensi 4c (Critical Thinking, Creativity, Communication, & Collaborative). *Jurnal Penelitian Ilmu Pendidikan*, 14(1), 41–52. <https://doi.org/10.21831/Jpipfip.V14i1.35810>
- Paivio, A. (1986). *Mental representations: A dual coding approach*. Oxford University Press.
- Perello-Marin MR, Ribes-Giner G, and Diaz OP. (2018) Enhancing Education for Sustainable Development in Environmental University Programmes: A Co-Creation Approach. *Sustainability*. 10(1), 1-17. DOI: <https://dx.doi.org/10.3390/su10010158>.
- Podesta, J., Stern, T., and Batten, K., 2007. Capturing the Energy Opportunity: Creating a Low-Carbon Economy. Part of Progressive Growth, CAP's Economic Plan for the Next Administration, Center for AmericanProgress.
- Pradana, D., Nur, M., & Suprpto, N. (2020). Improving Critical Thinking Skill of Junior High School Students through Science Process Skills Based Learning. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 6(2), 166–172. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v6i2.428>
- Putranta, H., & Supahar. (2019). Synthesis of the Cognitive Aspects' Science Literacy and Higher Order Thinking Skills (HOTS) in Chapter Momentum and Impulse. *Journal of Physics: Conference Series*, 1397(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1397/1/012014>
- Rahayuni. (2016). Hubungan Keterampilan Berpikir Kritis dan Literasi Sains pada Pembelajaran IPA Terpadu dengan Model PBM dan STM. *JPPI*, 2(2), 131-146.
- Rahmawati, I., Hidayat, A., & Rahayu, S. (2016). Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMP pada Materi Gaya dan Penerapannya. In *Pros. Semnas Pend. IPA Pascasarjana UM* (pp. 1112–1119). Robinson, R., & Reinhart, J. (2014). *Digital Thinking and Mobile Teaching*. Bookboon.
- Ramadhan, A. F., & Surjanti, J. (2022). Pengaruh Ekoliterasi dan Pendekatan ESD terhadap Sikap Peduli Lingkungan Siswa. *Jurnal Education and Development Institut Pendidikan Tapanuli Selatan*, 10(3), 129–134. <https://journal.ipts.ac.id/index.php/ED/article/view/3840>
- Rogier, Mandi. (2013). What is Environmentally Friendly Technology. [Online] Retrieved from: <https://www.easytechjunkie.com/what-is-environmentally-friendly-technology.htm>
- Rosmalinda, N., Syahbana, A., & Nopriyanti, T. D. (2021). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP Dalam menyelesaikan Soal Soal Tipe PISA.

- Transformasi: Jurnal Pendidikan Matematika dan Matematika (Vol.5,(1), 483–496. N0.
- Rosyidah, M. (2018). Polusi udara dan kesehatan pernafasan. *Integrasi: Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 1(2), 1-5
- Sani, Andry Aprilianto. (2017). *Pengaruh Teknologi Ramah Lingkungan Dan Kualitas Pelayanan Terhadap Keunggulan Kompetitif Dan Kinerja Perusahaan*. E-Jurnal Manajemen Unud, Vol. 6, No. 7.
<https://ojs.unud.ac.id/index.php/Manajemen/article/view/30139/19181>
- Sarabhai, K.V. (2015). ESD for sustainable development goals (SDGs).
- Saribas, D., Teksoz, G., & Ertepinar, H. (2014). The relationship between environmental literacy and self-efficacy beliefs toward environmental education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 116, 3664–3668.
- Salkind, N. J. (2012). *Exploring Research Eight Edition (8th ed.)*. United States of America: Pearson Education.
- Schmitz, G. L., & Rocha, J. B. T. (2018). Environmental education program as a tool to improve children's environmental attitudes and knowledge. *Education*, 8(2), 15-20. cc
- Section for Education for Sustainable Development (ED/UNP/DESD)
UNESCO, 7 Place de Fontenoy, 75352 Paris 07 SP, France
- Setiawan, Heri, Andi Suhandi, & Diana Rochintaniawati. (2021). "Learning Amid The Covid- 19 Pandemic: What Is The Attitude Towards Science Of Middle School Students?" *Jurnal Pendidikan MIPA* 22(2):188–97.
- Sinaga, P., Amsor, & Cahyanti, F. D. (2019). Effectiveness of the new generation e-book application for mobile phones in improving the conceptual mastery of kinematics. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 13(2), 217-232.
- Sinaga, P., Kaniawati, I., & Setiawan, A. (2017). Improving Secondary School Students' Scientific Literacy Ability Through The Design Of Better Science Textbooks. *Journal of TURKISH SCIENCE EDUCATION* Volume, 14(Issue 4). December 2017.
- Sinaga, P., Setiawan, W., & liana, M. (2022). The impact of electronic interactive teaching materials (EITMs) in e-learning on junior high school students' critical thinking skills. *Thinking Skills and Creativity*, 46.
<https://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.101066>

- Suryawati, E., Suzanti, F., Zulfarina, Putriana, A. R., & Febrianti, L. (2020). The Implementation Of Local Environmental Problem- Based Learning Student Worksheets To Strengthen Environmental Literacy. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(2), 169–178. <https://doi.org/10.15294/jpii.v9i2.22892>
- Tristananda, P. W. 2018. Membumikan Education for Sustainable Development (ESD) di Indonesia dalam menghadapi isu–isu global. *Jurnal Agama dan Budaya*. 2(2): 42–49.
- Ulfah, M., Suyanto, S., & Aminatun, T. (2020). The Completeness of Environmental Literacy Aspects Studied in the Articles Published in Several Countries. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 6(1), 75–82. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v6i1.10813>
- UNESCO. Definition of Education for Sustainable Development. (2012). Available online: <http://www.unescobkk.org/fr/education/esd-unit/definition-of-esd/>.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (2016). Global education monitoring report-place: Inclusive and sustainable cities. Paris: UNESCO.
- UNESCO. (2017). Education for Sustainable Development Goals Learning Objectives. The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 7, place de Fontenoy, 75352 Paris 07 SP, France ISBN 978-92-3-100209-0.
- Utami, B., Saputro, S., Masykuri, M., & Widoretno, S. (2017). Critical thinking skills profile of high school students in learning chemistry. 1(2), 124–130.
- Utami, F. (2019). Upaya meningkatkan literasi lingkungan siswa SMA melalui pembelajaran berorientasi masalah pada materi ekosistem. Doctoral dissertation. Universitas Pendidikan Indonesia
- Widodo, W., Sudiby, E., Suryanti, Sari, D. A. P., Inzanah, & Setiawan, B. (2020). The effectiveness of gadget-based interactive multimedia in improving generation z's scientific literacy. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(2), 248– 256
- Wiratno, A., & Muaziz, F. (2020). Profitabilitas, ukuran perusahaan, dan leverage mempengaruhi pengungkapan emisi karbon di Indonesia. *Jurnal Ekonomi, Bisnis, Dan Akuntansi*, 22(1), 28-41
- Wiyarsi, A., Sutrisno, H., & Rohaeti, E. (2018). The effect of multiple representation approach on students' creative thinking skills: A case of “Rate of Reaction” topic. *Journal of Physics: Conference Series*, 1097(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1097/1/012054>

- Yulisman, Y., Fonda, H., & Yolanda, A. K. (2020). Implementasi *Augmented Reality* Sebagai Media Pembelajaran Bangun Ruang Berorientasi Android (Studi Kasus: SD Anugrah Plus Pekanbaru). *Jurnal Ilmu Komputer*, 9(2), 56–64.
- Yousafzai, A., Chang, V., Gani, A., and Noor, R. M. (2016). Multimedia augmented m-learning: issues, trends and open challenges. *Int. J. Inf. Manag.* 36, 784–792. doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2016.05.010