

**PENGEMBANGAN E-MODUL BERMUATAN ISU SOSIOSAINTEKNIK  
UNTUK MELATIH LITERASI LINGKUNGAN SISWA PADA MATERI  
PERUBAHAN LINGKUNGAN**

**SKRIPSI**

disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana  
Pendidikan Biologi



Oleh:

Zentina Lubby Layina Andini

1903326

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI  
DEPARTEMEN PENDIDIKAN BIOLOGI  
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA  
2023**

**PENGEMBANGAN E-MODUL BERMUATAN ISU SOSIOSAINTEKNIK  
UNTUK MELATIH LITERASI LINGKUNGAN SISWA PADA MATERI  
PERUBAHAN LINGKUNGAN**

Oleh:

Zentina Lubby Layina Andini

Skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana  
Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Pendidikan  
Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Zentina Lubby Layina Andini  
Universitas Pendidikan Indonesia  
Agustus 2023

Hak cipta dilindungi undang-undang

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya, atau sebagian, dengan dicetak  
ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis

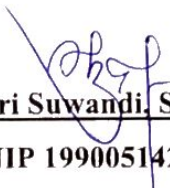
**LEMBAR PENGESAHAN**

Zentina Lubby Layina Andini

**PENGEMBANGAN E-MODUL BERMUATAN ISU SOSIOSAINTEKNIK  
UNTUK MELATIH LITERASI LINGKUNGAN SISWA PADA MATERI  
PERUBAHAN LINGKUNGAN**


Disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing I,




**Tri Suwandi, S.Pd., M. Sc.**  
**NIP 199005142018031001**

Pembimbing II,



**Dr. Amprasto, M.Si.**  
**NIP 196607161991011001**

Disetujui dan diketahui oleh:  
Ketua Prodi Pendidikan Biologi,



**Dr. Kusnadi, M.Si.**  
**NIP 196805091994031001**

## **LEMBAR PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pengembangan E-modul Bermuatan Isu Sosiosaintifik untuk Melatih Literasi Siswa pada Materi Perubahan Lingkungan” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya.

Bandung, 15 Agustus 2023

Pembuat pernyataan,

Zentina Lubby Layina Andini

1903326

## KATA PENGANTAR

Segala puji hanya bagi Allah SWT, Tuhan semesta alam yang dengan kasih sayang dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengembangan E-modul Bermuatan Isu Sosiosaintifik untuk Melatih Literasi Lingkungan Siswa pada Materi Perubahan Lingkungan” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Biologi di Universitas Pendidikan Indonesia. Shalawat dan salam mudah-mudahan senantiasa tercurah limpahkan kepada Nabi Muhammad SAW, yang membawa umatnya dari zaman kebodohan ke zaman yang penuh ilmu pengetahuan. Tidak lupa kepada keluarganya, para sahabatnya, dan para pengikutnya hingga akhir zaman. *Aamiin ya rabbal ‘alamin.*

Penulisan skripsi ini bertujuan untuk mengembangkan e-modul bermuatan isu sosiosaintifik untuk melatih literasi lingkungan siswa pada materi perubahan lingkungan. Data yang diperoleh dalam penelitian ini diharapkan dapat digunakan oleh penulis maupun pihak-pihak terkait, seperti guru dan tenaga kependidikan lainnya sebagai bahan pertimbangan penggunaan bahan ajar yang dapat melatih literasi lingkungan siswa sebagai salah satu upaya untuk meningkatkan kualitas pendidikan di Indonesia dan membantu pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan yang berkaitan dengan lingkungan. Kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan untuk perbaikan kedepannya. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menjadi berkah bagi penulis maupun pembaca pada umumnya.

Bandung, 15 Agustus 2023

Zentina Lubby Layina Andini

1903326

## UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan skripsi ini penulis mendapatkan banyak bantuan, doa, dukungan, dan bimbingan dari beberapa pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Tri Suwandi, S.Pd., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I yang senantiasa membimbing, memberi arahan, dan memotivasi penulis dengan penuh kesabaran dan ketulusan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Amprasto, M.Si. selaku Dosen Pembimbing II yang senantiasa membimbing, memberi arahan, dan memotivasi penulis dengan penuh kesabaran dan ketulusan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Kusnadi, M.Si. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Biologi FPMIPA UPI yang telah menyetujui dan mendukung penulis dalam penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Dr. Wahyu Surakusumah, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membantu, memberikan nasihat, bimbingan, dan dukungan kepada penulis selama menjalani studi di Pendidikan Biologi.
5. Ibu Dr. Rini Solihat, M.Si. selaku Dewan Bimbingan Skripsi yang telah memberikan arahan dan dukungan selama penyusunan skripsi ini.
6. Ibu Dr. Lilit Rusyati, S.Pd, M.Pd. dan Ibu Eliyawati, S.Pd., M.Pd. selaku dosen IPSE yang telah memberikan bantuan, masukan, dan saran dalam proses validasi e-modul.
7. Bapak Ahmad Haryadi Saputro, S.Pd., Bapak Andriyansyah, S.Pd., Gr., Bapak H. Eris Rustandi, M.Pd., dan Ibu Syari Hasniyati, S.Pd. selaku guru biologi yang telah memberikan bantuan, masukan, dan saran dalam proses validasi e-modul.
8. Seluruh dosen dan tenaga kependidikan program studi Pendidikan Biologi yang baik secara langsung atau tidak langsung memberikan banyak ilmu dan dukungan kepada penulis selama menempuh masa studi.
9. Seluruh pihak SMA Negeri 1 Bandung yang telah memberikan izin, kontribusi, dan kerja sama dalam proses pengambilan data penelitian.
10. Kedua orang tua dan ketiga adik penulis yang memberikan dukungan penuh dan mendoakan kelancaran dan kesuksesan penulis.

11. Keluarga besar penulis yang memberi dukungan baik secara moril maupun materil.
12. Sahabat dan teman dekat penulis selama masa kuliah: Ira, Rosyi, Suti, Narti, Neng Iis, Yulia, Jihan, Khaira.
13. Teman-teman seperjuangan Pendidikan Biologi A 2019, Membangun 2021, Kampus Mengajar Angkatan 3 Desa Cimahi, tim P3K MIPA SMANSA, dan teman seperbimbingan (Sania, Meisya, Rezky) yang saling mendukung dan memberi semangat kepada penulis.
14. Seluruh pihak lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

## ABSTRAK

Pada era modern, isu lingkungan mendapat perhatian global karena perubahan iklim, polusi, dan keberlanjutan sumber daya alam menjadi tantangan serius. Di Indonesia, sering terjadi bencana seperti banjir dan kebakaran yang meningkatkan kesadaran akan dampak perubahan iklim, di mana manusia memiliki andil besar dalam kerusakan lingkungan yang terjadi. Literasi lingkungan penting agar masyarakat mengambil tindakan yang bertanggung jawab terhadap lingkungan. Literasi lingkungan siswa dapat dilatihkan melalui salah satu bahan ajar berupa e-modul bermuatan isu sosiosaintifik. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan e-modul bermuatan isu sosiosaintifik untuk melatih literasi lingkungan siswa pada materi perubahan lingkungan. E-modul dikembangkan menggunakan metode deskriptif dengan model pengembangan ADDIE yang terdiri dari tahap analisis, perancangan, pengembangan, dan evaluasi. E-modul yang dikembangkan dinilai oleh para ahli dengan rata-rata persentase 93.06% pada aspek kelayakan isi, 89.58% pada aspek kelayakan penyajian, 91.67% pada aspek kelayakan kebahasaan, dan 93.75% pada aspek kelayakan kegrafikan. Sedangkan hasil penilaian keterbacaan oleh siswa diperoleh rata-rata persentase 77.22% pada indikator teknis, 79.44% pada indikator konten, 79.88% pada indikator visual, dan 78.52% pada indikator manfaat. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa e-modul yang dikembangkan dikategorikan sangat valid menurut para ahli dan valid menurut keterbacaan siswa.

**Kata Kunci:** E-modul, isu sosiosaintifik, literasi lingkungan, perubahan lingkungan



## ABSTRACT

In the modern era, environmental issues have received global attention because climate change, pollution, and the sustainability of natural resources have become serious challenges. In Indonesia, there are frequent disasters such as floods and fires that raise awareness of the impact of climate change, where humans have a large share in the environmental damage that occurs. Environmental literacy is important for people to take environmentally responsible actions. Environmental literacy of students can be trained through one of the teaching materials in the form of e-modules containing socioscientific issues. This study aims to develop e-modules containing socioscientific issues to train students' environmental literacy on environmental change material. The e-module is developed using a descriptive method with the ADDIE development model consisting of the stages of analysis, design, development, and evaluation. The e-modules developed were assessed by experts with an average percentage of 93.06% in the aspect of content feasibility, 89.58% in the aspect of presentation feasibility, 91.67% in the aspect of language feasibility, and 93.75% in the aspect of graphic feasibility. Meanwhile, the results of the readability assessment by students obtained an average percentage of 77.22% on technical indicators, 79.44% on content indicators, 79.88% on visual indicators, and 78.52% on benefit indicators. The findings indicate that the e-modules developed are categorized as very valid according to experts and valid according to student readability.

**Keywords:** E-modules, socioscientific issues, environmental literacy, environmental change

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iii</b>
<b>UCAPAN TERIMA KASIH .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan.....	5
1.4 Manfaat.....	5
1.5 Definisi Operasional.....	5
1.6 Struktur Organisasi Skripsi .....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>8</b>
2.1 Modul Elektronik .....	8
2.1.1 Pengertian Modul Elektronik.....	8
2.1.2 Kelebihan Modul Elektronik .....	8
2.1.3 Peran Modul Elektronik.....	10
2.1.4 Karakteristik Modul Elektronik.....	11
2.1.5 Penelitian Terkait Modul Elektronik .....	12
2.2 Penerapan Isu Sosiosaintifik dalam Pembelajaran.....	13
2.2.1 Pengertian Isu Sosiosaintifik .....	13
2.2.2 Penerapan Isu Sosiosaintifik dalam Pembelajaran .....	14
2.2.3 Keunggulan Pembelajaran Bermuatan Isu Sosiosaintifik.....	16
2.3 Literasi Lingkungan .....	17
2.3.1 Pengertian Modul Literasi Lingkungan .....	17

2.3.2 Pentingnya Literasi Lingkungan.....	18
2.4 Materi Perubahan Lingkungan .....	20
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>24</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	24
3.2 Metode dan Desain Penelitian .....	24
3.2.1 Tahap <i>Analysis</i> .....	25
3.2.2 Tahap <i>Design</i> .....	25
3.2.3 Tahap <i>Develop</i> .....	26
3.2.4 Tahap <i>Evaluate</i> .....	26
3.3 Subjek Penelitian.....	26
3.4 Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data .....	27
3.6 Prosedur Penelitian.....	29
3.6.1 Persiapan Pra Penelitian .....	29
3.6.2 Pelaksanaan Penelitian.....	29
3.6.3 Pasca Penelitian .....	30
<b>BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>31</b>
4.1 Pengembangan E-Modul .....	32
4.1.1 Analisis Kebutuhan.....	32
4.1.2 Perancangan .....	35
4.1.3 Pengembangan .....	41
4.1.4 Evaluasi.....	48
4.2 Hasil Uji Kelayakan oleh Ahli .....	49
4.2.1 Aspek Kelayakan Isi .....	50
4.2.2 Aspek Kelayakan Penyajian .....	51
4.2.3 Aspek Kelayakan Kebahasaan.....	52
4.2.4 Aspek Kelayakan Kegrafikan .....	53
4.3 Hasil Uji Keterbacaan oleh Siswa.....	54
4.3.1 Teknis .....	54
4.3.2 Konten.....	55
4.3.3 Visual.....	57
4.3.4 Manfaat .....	58
4.4 Spesifikasi dan Karakteristik E-Modul .....	60

4.4.1 Spesifikasi E-Modul .....	60
4.4.2 Karakteristik E-Modul .....	60
4.5 Kelebihan dan Kekurangan E-Modul.....	62
4.5.1 Kelebihan E-Modul .....	62
4.5.2 Kekurangan E-Modul .....	63
<b>BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI.....</b>	<b>64</b>
5.1 Kesimpulan.....	64
5.2 Implikasi.....	65
5.3 Rekomendasi .....	65
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>75</b>
<b>LAMPIRAN A.....</b>	<b>85</b>
<b>LAMPIRAN B.....</b>	<b>96</b>
<b>LAMPIRAN C.....</b>	<b>116</b>
<b>LAMPIRAN D.....</b>	<b>123</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Kisi-Kisi Lembar Validasi Ahli .....	27
Tabel 3.2 Kisi-Kisi Angket Respon Siswa .....	27
Tabel 3.3 Persentase Skala Likert .....	28
Tabel 4.1 Keterkaitan antara CP, ATP dan Materi .....	33
Tabel 4.2 Kisi-kisi Soal Literasi Lingkungan .....	35
Tabel 4.3 Sistematika e-modul bermuatan isu sosiosaintifik untuk melatih literasi lingkungan siswa pada materi perubahan lingkungan .....	36
Tabel 4.4 Komentar dan Saran dari Ahli serta Perbaikannya .....	43
Tabel 4.5 Rata-rata Hasil Penilaian Kelayakan E-modul oleh Ahli .....	49
Tabel 4.6 Rata-rata Hasil Penilaian Ahli pada Aspek Kelayakan Isi.....	50
Tabel 4.7 Rata-rata Hasil Penilaian Ahli pada Aspek Kelayakan Penyajian.....	51
Tabel 4.8 Rata-rata Hasil Penilaian Ahli pada Aspek Kelayakan Kebahasaan ....	52
Tabel 4.9 Rata-rata Hasil Penilaian Ahli pada Aspek Kelayakan Kegrafikan.....	53
Tabel 4.10 Hasil Penilaian Siswa terhadap E-Modul .....	54
Tabel 4.11 Rata-rata Hasil Penilaian Siswa pada Indikator Teknis.....	54
Tabel 4.12 Rata-rata Hasil Penilaian Siswa pada Indikator Konten .....	55
Tabel 4.13 Rata-rata Hasil Penilaian Siswa pada Indikator Visual .....	57
Tabel 4.14 Rata-rata Hasil Penilaian Siswa pada Indikator Manfaat .....	58

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Tahapan Pengembangan Menggunakan Model ADDIE.....	24
Gambar 3.2 Bagan Alur Penelitian .....	30
Gambar 4.1 Layout E-Modul Sampul Depan dan Sampul Belakang .....	40
Gambar 4.2 Layout E-Modul Bagian Isi.....	40
Gambar 4.3 QR-Code untuk Melihat Tampilan E-Modul pada Heyzine Flipbooks Sebelum dan Setelah Revisi .....	42
Gambar 4.4 <i>Layout</i> e-modul sampul depan dan sampul belakang.....	46
Gambar 4.5 Daftar Isi dan Pendahuluan .....	46
Gambar 4.6 Contoh Halaman Depan pada Setiap Topik .....	47
Gambar 4.7 Contoh Halaman Tes Literasi Lingkungan .....	47

## DAFTAR LAMPIRAN

### LAMPIRAN A

A.1 Lampiran Instrumen Literasi Lingkungan .....	86
A.2 Angket Penilaian E-Modul oleh Ahli.....	92
A.3 Angket Keterbacaan E-Modul oleh Siswa .....	94

### LAMPIRAN B

B.1 Hasil Penilaian oleh Ahli.....	97
B.2 Hasil Keterbacaan oleh Siswa .....	106
B.3 Hasil Uji Similaritas Menggunakan Turnitin .....	115

### LAMPIRAN C

C.1 Olah Data Penilaian oleh Ahli.....	117
C.2 Olah Data Keterbacaan oleh Siswa .....	120

### LAMPIRAN D

D.1 Surat Permohonan Izin Penelitian.....	124
D.2 Surat Keterangan Pelaksanaan Penelitian .....	125
D.3 Dokumentasi .....	126

## DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, J., & Sağsan, M. (2019). Impact of knowledge management practices on green innovation and corporate sustainable development: A structural analysis. *Journal of cleaner production*, 229, 611-620.
- Adisendjaja, Y. H., & Romlah, O. (2007). Analisis Buku Ajar Sains Berdasarkan Literasi Ilmiah Sebagai Dasar Untuk Memilih Buku Ajar Sains (Biologi). *Seminar Nasional Pendidikan Biologi Dan Biologi*, 1–8.
- Anggraena, Y., Ginanto, D., Felicia, N., Andiarti, A., Herutami, N., Alhapip, L., ... & Mahardika, R. L. (2022). *Panduan Pembelajaran dan Asesmen Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar, dan Menengah*. Badan Standar, Kurikulum, Dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Republik Indonesia.
- Assadi, M. R., Ataebi, M., sadat Ataebi, E., & Hasani, A. (2022). Prioritization of renewable energy resources based on sustainable management approach using simultaneous evaluation of criteria and alternatives: A case study on Iran's electricity industry. *Renewable Energy*, 181, 820-832.
- Aini, N., Muhdhar, M. H. I. Al, Rochman, F., Sumberartha, I. W., Wardhani, W., & Mardiyanti, L. (2020). Analisis Tingkat Literasi Lingkungan Siswa pada Muatan Lokal Pendidikan Lingkungan Hidup. *Jurnal Pendidikan Biologi Universitas Negeri Malang*, 12(1), 40–44. <https://doi.org/10.17977/um052v12i1p40-44>
- Alya, L. H. (2021). *Pengembangan E-modul Biologi Berbasis Interactive Demonstration pada Materi Bakteri kelas X di SMA Negeri 14 Bandar Lampung*. Undergraduate thesis, UIN Raden Intan Lampung. <http://repository.radenintan.ac.id/15629/>
- Andayani, P., & Suprayitno, S. (2023). Kajian praktik ecoliteracy berorientasi education for sustainable development pada kawasan wisata Trenggalek Agropark sebagai sumber belajar di Sekolah Dasar. *Jurnal Penelitian Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 10(9).
- Ardhiyansyah, A., Sulistyowati, N. W., Hidayati, N., & Handayani, E. (2023). Inovasi Berkelanjutan: Pendekatan Kolaboratif untuk Mengatasi Tantangan Sosial-Ekonomi di Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Pengabdian West Science*, 2(06), 460-467.
- Aslam, M., Azis, A., & Adnan, A. (2021). Pengembangan E-LKPD berbasis SALINGTEMAS (sains, lingkungan, teknologi, masyarakat) materi perubahan lingkungan kelas X SMA. *Jurnal Biotek*, 9, 224. <https://doi.org/10.24252/jb.v9i2.25885>
- Astriyandi, A. A. (2021). *Pendekatan Inquiry Tipe Project Based Learning & Group Investigation Dalam Konsep Pelestarian Lingkungan Hidup*. Indramayu: Penerbit Adab.



- Bayram-Jacobs, D. (Dury), Henze, I., Evagorou, M., Shwartz, Y., Aschim, E., Alcaraz-Dominguez, S., Frutos, M., & Dagan, E. (2019). Science teachers' pedagogical content knowledge development during enactment of socioscientific curriculum materials. *Journal of Research in Science Teaching*, *56*. <https://doi.org/10.1002/tea.21550>
- Bybee, R. (2014). NGSS and the Next Generation of Science Teachers. *Journal of Science Teacher Education*, *25*. <https://doi.org/10.1007/s10972-014-9381-4>
- Chen, C. C., Chen, C. W., & Tung, Y. C. (2018). Exploring the consumer behavior of intention to purchase green products in belt and road countries: An empirical analysis. *Sustainability*, *10*(3), 854.
- Chowdhury, G. W., Koldewey, H. J., Niloy, M. N. H., & Sarker, S. (2022). The ecological impact of plastic pollution in a changing climate. *Emerging Topics in Life Sciences*, *6*(4), 389-402.
- Cunsolo, A., & Ellis, N. R. (2018). Ecological grief as a mental health response to climate change-related loss. *Nature Climate Change*, *8*(4), 275-281.
- Crandon, T. J., Scott, J. G., Charlson, F. J., & Thomas, H. J. (2022). A social-ecological perspective on climate anxiety in children and adolescents. *Nature Climate Change*, *12*(2), 123-131.
- Dalaila, I., Widiyaningrum, P., & Saptono, S. (2022). Developing e-module based on socio-scientific issues to improve students scientific literacy. *Journal of Innovative Science Education*, *11*(3), 285-294.
- Darmawan, M. D., & Dagamac, N. H. (2021). Situation of environmental education in senior high school programs in Indonesia: Perspectives from the teachers of Palembang. *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education*, *17*(3), e2241.
- Darvishmotevali, M., & Altinay, L. (2022). Green HRM, environmental awareness and green behaviors: The moderating role of servant leadership. *Tourism Management*, *88*, 104401.
- Desfandi, M. (2015). Mewujudkan masyarakat berkarakter peduli lingkungan melalui program adiwiyata. *Sosio-Didaktika: Social Science Education Journal*, *2*(1), 31-37.
- Deviana, T., & Sulistyani, N. (2021). Analisis Kebutuhan Pengembangan E-Modul Matematika HOTS Berorientasi Kearifan Lokal Daerah di Kelas IV Sekolah Dasar. *Jurnal Pemikiran dan Pengembangan Sekolah Dasar (JP2SD)*, *9*(2), 158-172.
- Durham, T. C., & Mizik, T. (2021). Comparative economics of conventional, organic, and alternative agricultural production systems. *Economies*, *9*(2), 64.
- Elvarita, A., Iriani, T., & Handoyo, S. (2020). Pengembangan bahan ajar mekanika

- tanah berbasis e-modul pada program studi Pendidikan Teknik Bangunan. *Jurnal Pensil*, 9, 1–7. <https://doi.org/10.21009/jpensil.v9i1.11987>
- Elyas, A. H. (2018). Penggunaan model pembelajaran e-learning dalam meningkatkan kualitas pembelajaran. *Warta Dharmawangsa*, (56).
- Fatimah, Y. A., Govindan, K., Murniningsih, R., & Setiawan, A. (2020). Industry 4.0 based sustainable circular economy approach for smart waste management system to achieve sustainable development goals: A case study of Indonesia. *Journal of Cleaner Production*, 269, 122263.
- Fadilla, M., Nurmawati, E., Fasa, M. I., & Suharto, S. (2022). Peran sumber daya alam bagi pembangunan berkelanjutan di Indonesia dalam perspektif islam. *JEKSYAH Islamic Economics Journal*, 2(01), 54-63.
- Fauville, G., Queiroz, A. C. M., & Bailenson, J. N. (2020). Virtual reality as a promising tool to promote climate change awareness. *Technology and health*, 91-108.
- Fawzy, S., Osman, A. I., Doran, J., & Rooney, D. W. (2020). Strategies for mitigation of climate change: a review. *Environmental Chemistry Letters*, 18, 2069-2094.
- Gulacar, O., Zowada, C., Burke, S., Nabavizadeh, A., Bernardo, A., & Eilks, I. (2020). Integration of a sustainability-oriented socio-scientific issue into the general chemistry curriculum: Examining the effects on student motivation and self-efficacy. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 15, 100232.
- Goldman, D., Pe'er, S., & Yavetz, B. (2017). Environmental literacy of youth movement members—is environmentalism a component of their social activism?. *Environmental Education Research*, 23(4), 486-514.
- Goudie, A. S. (2018). *Human impact on the natural environment*. John Wiley & Sons.
- Habibullah, M. S., Din, B. H., Tan, S. H., & Zahid, H. (2022). Impact of climate change on biodiversity loss: global evidence. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(1), 1073-1086.
- Handayanti, S. (2020). Perbandingan kemampuan literasi lingkungan peserta didik sekolah adiwiyata dan sekolah non adiwiyata SMA Negeri kelas XI di Kota Tangerang Selatan. Undergraduate thesis, Universitas Islam Negeri Jakarta <http://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/51672>
- Hanida, J. R., Rachmadiarti, F., & Susantini, E. (2023). Pengembangan E-modul Pembelajaran Ekosistem Berbasis Masalah. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Biologi*, 4(1), 22-38. <https://doi.org/10.26740/jipb.v4n1.p23-38>
- Hapsari, A. M. (2022). Pengembangan media pembelajaran e-flipbook berbasis unity of sciences pada materi perubahan lingkungan. Undergraduate thesis, Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.

- Hekmah, N., Wilujeng, I., & Suryadarma, I. (2019). Web-Lembar Kerja Siswa IPA terintegrasi lingkungan untuk meningkatkan literasi lingkungan siswa. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 5, 129–138. <https://doi.org/10.21831/jipi.v5i2.25402>
- Hidayat, R. N., Rasyid, A., & Mu'minah, I. H. (2023). Discovery learning pada pembelajaran biologi konsep pencemaran lingkungan. *Mirabilis: Journal of Biology Education*, 2(1), 13-24.
- Huaman-Pastorelli, S. (2020). Environmental Literacy of Peruvian Middle School Graders and Their Teachers of Private and Public Schools. Doctoral dissertation, Harvard.
- Huriyah, L. (2016). Peran Perpustakaan Keluarga dalam meningkatkan minat dan keterampilan membaca anak. *JOIES (Journal of Islamic Education Studies)*, 1(1), 63-86.
- Hussain, M., Butt, A. R., Uzma, F., Ahmed, R., Irshad, S., Rehman, A., & Yousaf, B. (2020). A comprehensive review of climate change impacts, adaptation, and mitigation on environmental and natural calamities in Pakistan. *Environmental monitoring and assessment*, 192, 1-20.
- Hutahaean, L.A., Siswandari & Harini. (2019). Pemanfaatan e-module interaktif sebagai media pembelajaran di era digital. In Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pendidikan Pascasarjana UNIMED. <http://digilib.unimed.ac.id/38744/3/ATP%2035.pdf>
- Iriansyah, H. S. (2020, November). Membangun Kreatifitas Guru Dengan Inovasi Pembelajaran Di Masa Pandemi Covid-19. In Prosiding Seminar Nasional Pendidikan STKIP Kusuma Negara III (pp. 1-6).
- Magdalena, I., Prabandani, R.O., Rini, E.S., Fitriani, M.A., & Putri, A.A.(2020). Analisis pengembangan bahan ajar. *Nusantara: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Sosial*, 2(2), 170-187. <https://ejournal.stitpn.ac.id/index.php/nusantara>
- Maknun, D. (2014). Penerapan pembelajaran kontekstual untuk meningkatkan literasi sains dan kualitas argumentasi siswa pondok pesantren daarul uluum PUI Majalengka pada diskusi sosiosaintifik IPA. *Jurnal Tarbiyah*, 21(1). <http://dx.doi.org/10.30829/tar.v21i1.221>
- Jannah, J., Kaspul, K., & Utami, N. (2022). Kepraktisan modul elektronik menggunakan aplikasi Sigil berorientasi pendekatan saintifik materi perubahan lingkungan kelas X jenjang Sekolah Menengah Atas. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi*, 7, 155. <https://doi.org/10.36722/sst.v7i3.1091>
- Kamaruddin, A. N., Azis, A. A., & Taiyeb, A. M. (2021). Pengembangan Elektronik Modul (E-Modul) Berbasis Socio Scientific Issues Issue (SSI) Terintegrasi Flip PDF Corporate Edition pada Materi Biologi Kelas XI Sekolah Menengah Atas. Undergraduate thesis, Universitas Negeri Makassar.

- Katapally, T. R. (2019). The SMART framework: Integration of citizen science, community-based participatory research, and systems science for population health science in the digital age. *JMIR mHealth and uHealth*, 7(8), e14056.
- Kemdikbud. (2022). Capaian Pembelajaran Kurikulum Merdeka. (Online). Diakses dari: <https://kurikulum.kemdikbud.go.id/kurikulum-merdeka/capaian-pembelajaran>
- Khan, S. A. R., Ponce, P., Yu, Z., Golpîra, H., & Mathew, M. (2022). Environmental technology and wastewater treatment: Strategies to achieve environmental sustainability. *Chemosphere*, 286, 131532.
- Kinslow, A. T., Sadler, T. D., & Nguyen, H. T. (2019). Socio-scientific reasoning and environmental literacy in a field-based ecology class. *Environmental Education Research*, 25(3), 388-410.
- Kusumaningrum, D. (2018). Literasi lingkungan dalam kurikulum 2013 dan pembelajaran IPA di SD. *Indonesian Journal of Natural Science Education (IJNSE)*, 1, 57–64. <https://doi.org/10.31002/nse.v1i2.255>
- Komariah, N., Yusup, P. M., Saepudin, E., & Rodiah, S. (2017). Pendidikan literasi lingkungan sebagai penunjang desa wisata agro Kecamatan Padaherang Kabupaten Pangandaran. *Dharmakarya: Jurnal Aplikasi Ipteks untuk Masyarakat*, 6(2). <https://doi.org/10.24198/dharmakarya.v6i2.14781>
- Lisnawati, L. (2023). Implementasi kurikulum Merdeka belajar melalui muatan lokal seni musik pada program pendidikan kesetaraan di PKBM Al Kahfi Kota Serang. *Jurnal Pendidikan UNIGA*, 17(1), 716-727. <https://dx.doi.org/10.52434/jpu.v17i1.2680>
- Mardianti, I., Kasmantoni, K., & Walid, A. (2020). Pengembangan modul pembelajaran IPA berbasis etnosains materi pencemaran lingkungan untuk melatih literasi sains siswa Kelas VII di SMP. *Bio-Edu*, 5(2), 97–106. <https://doi.org/10.32938/jbe.v5i2.545>
- McBeth, W., & Volk, T. L. (2009). The national environmental literacy project: a baseline study of middle grade students in the United States. *The Journal of Environmental Education*, 41(1), 55–67.
- Najamuddin, F., Wahrini, R., & Arwadi, F. (2021). Pengembangan Elektronik Modul (E-Modul) Interaktif Sebagai Sumber Belajar Elektronika Dasar Program Studi Pendidikan Vokasional Mekatronika FT-UNM. In Seminar Nasional LP2M UNM (pp. 100-108).
- Najuah, N., Lukitoyo, P. S., & Wirianti, W. (2020). *Modul Elektronik: Prosedur Penyusunan dan Aplikasinya (J. Simarmata (ed.); 1st ed.)*. Yayasan Kita Menulis.
- Nariswari, N. P. (2022). Pengembangan E-Flipbook Materi Perubahan Lingkungan Berbasis Literasi Lingkungan Sebagai Sumber Belajar Biologi Pada Siswa

- SMA/MA. Undergraduate thesis, Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
- Nasution, R. (2016). Analisis Kemampuan Literasi Lingkungan Siswa SMA Kelas X di Samboja dalam Pembelajaran Biologi. In Seminar Nasional XIII Pendidikan Biologi FKIP UNS 2016.
- Nasution, R. (2021). Analisis tingkat literasi lingkungan mahasiswa FKIP Universitas Mulawarman dengan transformasi skor NELA (National Environmental Literacy Assessment). *Jurnal Ilmiah BioSmart (JIBS)*, 7(1), 38–51. <https://doi.org/10.30872/jibs.v1i1.423>
- Nazilah, N., Muharrami, L. K., Rosidi, I., & Wulandari, A. Y. R. (2019). Pengaruh bahan ajar berbasis socio-scientific issues pada materi pemanasan global untuk melatih kemampuan literasi sains siswa. *Natural Science Education Research*, 2(1), 8–16. <https://doi.org/10.21107/nser.v2i1.4162>
- Nugraha, F., Permanasari, A., & Pursitasari, I. D. (2021). Disparitas literasi lingkungan siswa sekolah dasar di Kota Bogor. *JUPI (Jurnal IPA & Pembelajaran IPA)*, 5(1), 15-35.
- Oka, G. P. A. (2022). *Media dan multimedia pembelajaran*. Tangerang: Pascal Books.
- Oktavia, R. (2022). Pengembangan e-modul berbasis socio-scientific issues dalam upaya peningkatan literasi sains siswa MTs pada materi pemanasan global dan perubahan iklim. Undergraduate thesis, Universitas Islam Negeri Fatmawati Sukarno Bengkulu.
- Patandean, Y. R., & Indrajit, R. E. (2021). *Flipped classroom: Membuat peserta didik berpikir kritis, kreatif, mandiri, dan mampu berkolaborasi dalam pembelajaran yang responsif*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Pelch, M. A., & McConnell, D. A. (2017). How does adding an emphasis on socioscientific issues influence student attitudes about science, its relevance, and their interpretations of sustainability?. *Journal of Geoscience Education*, 65(2), 203-214.
- Pratiwi, M. K., & Indana, S. (2022). Pengembangan E-Modul Berbasis QR-Code untuk Melatihkan Kemampuan Literasi Digital Siswa pada Materi Perubahan lingkungan. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 11(2), 457-468.
- Putri, D. E. (2022). Pengembangan E-Modul Biologi Berbasis Socio-Scientific Issues (SSI) Untuk Meningkatkan Literasi Sains Pada Materi Perubahan Lingkungan Kelas X SMAN 16 Bandar Lampung. Undergraduate thesis, Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
- Ramadhan, S., Sukma, E., & Indriyani, V. (2019). Environmental education and disaster mitigation through language learning. In IOP conference series: Earth and environmental science, 314(1), p. 012054. IOP Publishing.

- Ramadhana, S. D. (2021). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Daring Dengan Model Pjbl-Steem Pada Materi Lingkungan Untuk Meningkatkan Literasi Lingkungan. Undergraduate thesis, Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang. Eprints.Walisongo.Ac.Id, July, 1–23. [https://eprints.walisongo.ac.id/14084/1/SKRIPSI\\_1708086052\\_SHELAD\\_ELFIA\\_RAMADHANA.pdf](https://eprints.walisongo.ac.id/14084/1/SKRIPSI_1708086052_SHELAD_ELFIA_RAMADHANA.pdf)
- Riduwan, & Sunarto. (2013). *Pengantar Statistika untuk Penelitian Pendidikan, Sosial, Ekonomi, Komunikasi dan Bisnis*. Bandung: Alfabeta.
- Rohaeni, M. A. (2019). Pengembangan Bahan Ajar Berorientasi Isu Sosiosaintifik Pada Materi Pencemaran Lingkungan Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. Thesis, Universitas Pendidikan Indonesia.
- Rokhmah, Z., & Fauziah, A. N. M. (2021). Analisis literasi lingkungan siswa SMP pada sekolah berkurikulum wawasan lingkungan. *Pensa: E-Jurnal Pendidikan Sains*, 9(2), 176-181.
- Sachs, J. D., Schmidt-Traub, G., Mazzucato, M., Messner, D., Nakicenovic, N., & Rockström, J. (2019). Six transformations to achieve the sustainable development goals. *Nature sustainability*, 2(9), 805-814.
- Sadler, T. (2011). Socio-scientific Issues-Based Education: What We Know About Science Education in the Context of SSI (pp. 355–369). [https://doi.org/10.1007/978-94-007-1159-4\\_20](https://doi.org/10.1007/978-94-007-1159-4_20)
- Sadler, T., & Zeidler, D. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making. *Journal of Research in Science Teaching*, 42, 112–138. <https://doi.org/10.1002/tea.20042>
- Safitri, A., & Astuti, J. (2019). Keefektifan pembelajaran jarak jauh. *Jurnal Pendidikan Universitas Muhammadiyah Kendari*, 1(1), 5.
- Sagita, R., Azra, F., & Azhar, M. (2017). Pengembangan modul konsep mol berbasis inkuiri terstruktur dengan penekanan pada interkoneksi tiga level representasi kimia untuk kelas X SMA. *Jurnal Eksakta Pendidikan (JEP)*, 1(2), 25-32. <https://doi.org/10.24036/jep.v1i2.48>
- Santoso, G., Damayanti, A., Imawati, S., & Asbari, M. (2023). Implementasi Kurikulum Merdeka melalui Literasi Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila. *Jurnal Pendidikan Transformatif*, 2(1), 84-90.
- Santoso, R., Roshayanti, F., & Siswanto, J. (2021). Analisis literasi lingkungan siswa smp. *JPPS (Jurnal Penelitian Pendidikan Sains)*, 10(2), 1976-1982.
- Şasmazoren, F., Karapinar, A., Kübranur, S. A. R. I., & Demirer, T. (2022). The Effect of Using Scientific Scenarios in Teaching Socioscientific Issues in Science Course on Students' Logical Thinking Skills. *Journal of Theoretical Educational Science*, 15(2), 420-452.
- Schneiderhan-Opel, J., & Bogner, F. X. (2020). The relation between knowledge

- acquisition and environmental values within the scope of a biodiversity learning module. *Sustainability*, 12(5), 2036.
- Sénit, C. A. (2020). Leaving no one behind? The influence of civil society participation on the Sustainable Development Goals. *Environment and Planning C: Politics and Space*, 38(4), 693-712.
- Setiawan, A. (2022). Keanekaragaman hayati Indonesia: Masalah dan upaya konservasinya. *Indonesian Journal of Conservation*, 11(1), 13-21.
- Setyosari, P. (2010). *Metode penelitian dan pengembangan*. Jakarta: Kencana.
- Sibic, O., & Topcu, M. S. (2020). Pre-service science teachers' views towards socio-scientific issues and socio-scientific issue-based instruction. *Journal of Education in Science Environment and Health*, 6(4), 268-281.
- Siddiq, M., Supriatno, B., & Saefudin, S. (2020). Pengaruh penerapan problem based learning terhadap literasi lingkungan siswa SMP pada materi pencemaran lingkungan. *Assimilation: Indonesian Journal of Biology Education*, 3, 18–24. <https://doi.org/10.17509/aijbe.v3i1.23369>
- Sigmund, G., Ågerstrand, M., Antonelli, A., Backhaus, T., Brodin, T., Diamond, M. L., ... & Groh, K. J. (2023). *Addressing chemical pollution in biodiversity research*. *Global Change Biology*, 29(12), 3240-3255.
- Sriyati, S., Marsenda, P. H., & Hidayat, T. (2022). Pemanfaatan kearifan lokal orang rimba di jambi melalui pengembangan bahan ajar untuk meningkatkan literasi lingkungan siswa. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)*, 10(2), 266-278.
- Sukma, E., Ramadhan, S., & Indriyani, V. (202). Integration of environmental education in elementary schools. In *Journal of Physics: Conference Series*, 1481(1), p. 012136.
- Sulistiani, S., Kartimi, K., & Sahrir, D. C. (2022). E-modules with android Appy Pie based on socio-scientific issues to improve students' Critical Thinking Skills. *Journal of Education Technology*, 6(2), 372-379.
- Syantika, I. (2022). Pengembangan E-Modul Virus di SMA yang Membekalkan Kemampuan Pemecahan Masalah. Undergraduate thesis, Universitas Pendidikan Indonesia.
- Surjono, H. D. (2017). *Multimedia Pembelajaran Interaktif Konsep dan Pengembangan*. Yogyakarta: UNY Press.
- Sutanto, P. (2017). *Panduan Praktis Penyusunan E-modul: Direktorat Pembinaan SMA*. Ditjen Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Suwandi, T. (2021). *Pengembangan E-Modul Bermuatan Isu Sosiosaintifik Pada Konsep Sistem Imun Sebagai Bahan Ajar Digital Biologi SMA (Laporan Penelitian)*. Tidak dipublikasikan.

- Syuaib, M. Z. (2014). Pengaruh strategi pembelajaran simulasi vs bermain peran dan sikap siswa terhadap pengetahuan dan kesiapsiagaan tentang bencana alam. *Jurnal Pendidikan Humaniora*, 1(2), 177-189.
- Szczytko, R., Stevenson, K., Peterson, M., Nietfeld, J., & Strnad, R. L. (2018). Development and validation of the environmental literacy instrument for adolescents. *Environmental Education Research*, 25(2), 193-210. <https://doi.org/10.1080/13504622.2018.1487035>
- Talanquer, V., Bucat, R., Tasker, R., & Mahaffy, P. G. (2020). Lessons from a pandemic: educating for complexity, change, uncertainty, vulnerability, and resilience. *Journal of Chemical Education*, 97(9), 2696-2700.
- Therik, J. J., & Lino, M. M. (2021). Membangun Kesadaran Masyarakat sebagai Upaya Pelestarian Lingkungan. *Jurnal Administrasi Publik*, 17(1), 89-95.
- Uno, H. B., & Mohamad, N. (2022). *Belajar dengan Pendekatan PAILKEM: Pembelajaran Aktif, Inovatif, Lingkungan, Kreatif, Efektif, Menarik*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Vargas-Hernández, J. G., Pallagst, K., & Zdunek-Wielgołaska, J. (2023). Urban green spaces as a component of an ecosystem. In *Sustainable Development and Environmental Stewardship: Global Initiatives Towards Engaged Sustainability* (pp. 165-198). Cham: Springer International Publishing.
- Wahida, K., & Uyun, H. (2023). Tatanan Indonesia Dalam Mewujudkan Pertumbuhan Ekonomi Berkelanjutan Melalui Green Economy. *Harmoni: Jurnal Ilmu Komunikasi dan Sosial*, 1(2), 14-26.
- Wals, A. E., & Benavot, A. (2017). Can we meet the sustainability challenges? The role of education and lifelong learning. *European Journal of Education*, 52(4), 404-413.
- Watoni, E. S., Ngabekti, S., & Wijayati, N. (2022). Development of Lombok island environmental change e-module to improve environmental literacy and data literacy of high school students. *Journal of Innovative Science Education*, 11(2), 156-169.
- Widya, Gustian. R. (2021). Penguatan Partisipasi Kewarganegaraan Ekologis Terhadap Isu-isu Lingkungan (Studi Kasus Smart environment di Kecamatan Lembang). Undergraduate Thesis, FKIP UNPAS.
- Williams, A. P., Abatzoglou, J. T., Gershunov, A., Guzman-Morales, J., Bishop, D. A., Balch, J. K., & Lettenmaier, D. P. (2019). Observed impacts of anthropogenic climate change on wildfire in California. *Earth's Future*, 7(8), 892-910.
- Yasmansyah, Y., & Sesmiarni, Z. (2022). Konsep Merdeka Belajar Kurikulum Merdeka. *Jurnal Penelitian Ilmu Pendidikan Indonesia*, 1(1), 29-34. <https://doi.org/10.31004/jpion.v1i1.12>



- Yoro, K. O., & Daramola, M. O. (2020). CO2 emission sources, greenhouse gases, and the global warming effect. In *Advances in carbon capture* (pp. 3-28). Woodhead Publishing.
- Zeidler, D. (2014). Socioscientific Issues as *a Curriculum Emphasis: Theory, Research and Practice*. (pp. 697–726).
- Zeidler, D., Sadler, T., Simmons, M., & Howes, E. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89, 357–377. <https://doi.org/10.1002/sce.20048>
- Zubaidah, S. (2016). Keterampilan abad ke-21: Keterampilan yang diajarkan melalui pembelajaran. In *Seminar Nasional Pendidikan*, 2(2), (pp. 1-17).
- Zubaidah, S. (2019). STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics): Pembelajaran untuk Memberdayakan Keterampilan Abad ke-21. In *Seminar Nasional Matematika dan Sains*. (pp.1-18).