

**EFEKTIVITAS *PROBLEM-BASED LEARNING* BERBANTUAN
WEBSITE INTERAKTIF DALAM MENINGKATKAN
LITERASI SUSTAINABILITAS SISWA SMP
PADA MATERI PERUBAHAN IKLIM**

(Skripsi)

Oleh

**ROSALINDA ALVIALLI
NPM 2113022049**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRAK

EFEKTIVITAS *PROBLEM-BASED LEARNING* BERBANTUAN WEBSITE INTERAKTIF DALAM MENINGKATKAN LITERASI SUSTAINABILITAS SISWA SMP PADA MATERI PERUBAHAN IKLIM

Oleh

ROSALINDA ALVIALI

Penelitian ini bertujuan untuk menguji efektivitas *problem-based learning* berbantuan website interaktif dalam meningkatkan literasi sustainabilitas siswa kelas VII pada materi perubahan iklim di SMP Negeri 5 Bandar Lampung. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode *quasi eksperimental* berupa desain penelitiannya *non-equivalent control group design* dengan sampel penelitian berjumlah 60 siswa. Kelas eksperimen menggunakan model *problem-based learning* berbantuan website interaktif dan kelas kontrol menggunakan model *direct instruction*. Instrumen penelitian berupa tes yang mengukur tiga aspek literasi sustainabilitas (pengetahuan, keterampilan, dan pola pikir). Hasil analisis hipotesis menggunakan uji *independent sample t-test* dan uji non parametrik *mann-whitney* diperoleh nilai *sig.* 0,00 kurang dari 0,05 yang menunjukkan adanya efektivitas *problem-based learning* berbantuan website interaktif terhadap peningkatan literasi sustainabilitas siswa. Kemudian, nilai *effect size* yang diperoleh adalah 2,38 pada aspek pengetahuan, 1,72 pada aspek keterampilan, serta 1,72 aspek pola pikir dengan kategori besar. Maka, hal ini menunjukkan bahwa model pembelajaran *problem-based learning* berbantuan website interaktif memiliki efektivitas besar dalam meningkatkan literasi sustainabilitas siswa pada materi perubahan iklim.

Kata kunci: Literasi Sustainabilitas, Pembelajaran IPA, Perubahan Iklim, *Problem-based Learning*, Website Interaktif.

ABSTRACT

EFFECTIVENESS OF PROBLEM-BASED LEARNING ASSISTED BY INTERACTIVE WEBSITE IN IMPROVING SUSTAINABILITY LITERACY OF JUNIOR HIGH SCHOOL STUDENTS ON CLIMATE CHANGE

By

ROSALINDA ALVIALLI

The study aims to test the effectiveness of problem-based learning, which is aided by an interactive website helping to improve sustainability literacy class VII on climate change subjects at the SMP Negeri 5 Bandar Lampung. The study referred to a quantitative approach with an quasi eksperimental non-equivalent control group design with a sample of 60 students. The experiment class USES the model problem-based learning with the interactive website and control class using the direct instruction model. Research instruments of testing that measure three aspects of sustainability literacy (knowledge, skill, and mindset). Analysis of the hypothesis using the independent sample t-test and non parametric mann-whitney test results from sig. 0,00 marks less than 0,05 which indicates the effectiveness of problem-based learning with interactive website help toward improving student sustainability literacy. Later, the value of an effect size was 2.38 in knowledge, 1.72 in skill aspects, and 1,72 in a large category of mindset. Thus indicating that the model of problem-based learning with interactive website help is a tremendous effectiveness in improving the sustainability literacy of climate-change students.

Keywords: Climate Change, Interactive Website, Problem-Based Learning, Science Learning, Sustainability Literacy.

**EFEKTIVITAS *PROBLEM-BASED LEARNING* BERBANTUAN
WEBSITE INTERAKTIF DALAM MENINGKATKAN
LITERASI SUSTAINABILITAS SISWA SMP
PADA MATERI PERUBAHAN IKLIM**

Oleh

ROSALINDA ALVIALI

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PENDIDIKAN**

Pada

**Program Studi Pendidikan Fisika
Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

Judul Skripsi

**EFEKTIVITAS PROBLEM-BASED
LEARNING BERBANTUAN WEBSITE
INTERAKTIF DALAM MENINGKATKAN
LITERASI SUSTAINABILITAS SISWA
SMP PADA MATERI PERUBAHAN IKLIM**

Nama Mahasiswa

Rosafinda Alvialli

Nomor Pokok Mahasiswa

2113022049

Program Studi

Pendidikan Fisika

Jurusan

Pendidikan MIPA

Fakultas

Keguruan dan Ilmu Pendidikan

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Wayan Suana, S.Pd., M.Si.
NIP.19851231 200812 1 001

Dr. Viyanti, M.Pd.
NIP.19800330 200501 2 001

2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA

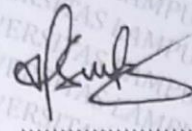
Dr. Nurhanurawati, M.Pd.
NIP.19670808 199103 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: **Wayan Suana, S.Pd., M.Si.**



Sekretaris

: **Dr. Viyanti, M.Pd.**

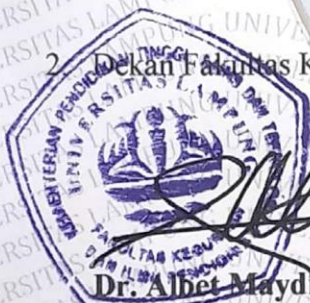


Penguji Bukan
Pembimbing

: **Dr. Chandra Ertikanto, M.Pd.**



2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Dr. Albet Maydiantoro, M.Pd.

NIP. 19870504 201404 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: **21 Februari 2025**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini adalah:

Nama : Rosalinda Alviali
NPM : 2113022049
Fakultas/Jurusan : KIP/ Pendidikan MIPA
Program Studi : Pendidikan Fisika
Alamat : Gunung Agung, Terusan Nunyai, Kab. Lampung Tengah

Dengan ini menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebut dalam daftar pustaka.

Bandar Lampung, 21 Februari 2025
Yang Menyatakan,



Rosalinda Alviali
NPM 2113022049

RIWAYAT HIDUP

Rosalinda Alvialli merupakan anak dari pasangan Bapak Mulyono dan Ibu Darsinah. Penulis lahir pada 24 Februari 2003 di Gunung Agung, Terusan Nunyai, Lampung Tengah.

Penulis mengawali pendidikan formal di TK Dharma Wanita diselesaikan tahun 2009, melanjutkan di SDN 2 Gunung Agung diselesaikan tahun 2015, lalu di SMPN 3 Terusan Nunyai diselesaikan tahun 2018, kemudian di SMAN 1 Terusan Nunyai diselesaikan tahun 2021. Pada Juni 2021 penulis dinyatakan diterima di Program Studi Pendidikan Fisika Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung, melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Pada tahun 2022 penulis memperoleh juara 2 Lomba Essay UKM Penelitian Universitas Lampung dengan judul “SAPrayzer CAO: *Eco Enzim* Limbah Kulit Kakao sebagai Antiseptik dalam *Hand Sanitizer* Ramah Lingkungan.”

Mendampingi UMKM Pisang Goreng Beku Shamiya pada program *Youth Entrepreneurial Project* (YEP) AIESEC Universitas Lampung, dan menjadi Moderator pada Webinar Nasional Pekan Ilmiah Nasional 7th UKM Penelitian Universitas Lampung. Tahun 2023 penulis pernah menjabat sebagai sekretaris Departemen Riset dan Penalaran di Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) Penelitian Universitas Lampung dan menjadi anggota divisi Kreativitas Mahasiswa di Aliansi Mahasiswa Pendidikan Fisika (ALMAFIKA). Pada tahun 2024 penulis mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Tajimalela dan Pengenalan Lingkungan Persekolahan (PLP) di SMPN Satu Atap 4 Kalianda, Kecamatan Kalianda, Kabupaten Lampung Selatan. Mengikuti program Magang Bersertifikat Kampus Merdeka (MBKM) Kampus Mengajar Angkatan 7 di SMPN 27 Bandar Lampung.

MOTTO

“I realize being in college doesn't mean I'm smart, there may be a lot smarter, but destiny takes them not to college. I believe that this is god's choice for me and that is what I should be grateful for. Therefore, I will make the most of this opportunity.”

(Rosalinda Alviali)

PERSEMBAHAN

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang dengan kuasa-Nya membentangkan bumi dan meninggikan langit. Berkat rahmat dan kasih sayang-Nya yang tiada terhingga, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Efektivitas *Problem-based Learning* Berbantuan Website Interaktif dalam Meningkatkan Literasi Sustainability Siswa SMP pada Materi Perubahan Iklim.” Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyelesaian skripsi ini.

1. Ibu Darsinah dan Bapak Mulyono, yang dengan tulus dan tanpa syarat selalu mendoakan, mendukung, dan menyayangi penulis. Berkat kasih sayang serta pengorbanan beliau, penulis dapat mencapai tahap ini. Semoga Tuhan senantiasa melimpahkan keberkahan dan kebahagiaan kepada Mamak dan Bapak.
2. Untuk diri saya sendiri, Rosalinda Alvialli. Saya mengucapkan terima kasih kepada diri sendiri atas perjuangan yang telah dilakukan hingga mencapai titik ini, mampu mengendalikan diri dari berbagai tekanan yang ada, serta tidak menyerah meskipun proses penyusunan skripsi ini sangat berat. Terima kasih telah berusaha dengan sebaik-baiknya dan menyelesaikan skripsi ini dengan maksimal. Terima kasih telah membuktikan kepada diri sendiri dan orang lain bahwa perjuangan yang didasari oleh tekad yang kuat, usaha yang maksimal, dan doa yang tulus berhak mendapatkan hasil yang terbaik.
3. Almamater tercinta Universitas Lampung.

SANWACANA

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala nikmat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul "*Efektivitas Problem-based Learning* Berbantuan Website Interaktif dalam Meningkatkan Literasi Sustainability Siswa SMP pada Materi Perubahan Iklim" sebagai salah satu persyaratan dalam meraih gelar Sarjana Pendidikan Fisika Universitas Lampung.

Penulis menyadari terdapat bantuan dari berbagai pihak dalam skripsi ini dan mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Lusmeila Afriani, D.E.A., IPM., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Dr. Albet Maydiantoro, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung.
3. Dr. Nurhanurawati, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA Universitas Lampung.
4. Dr. Viyanti, M.Pd., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika dan selaku Pembimbing II atas kesediaan memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi selama penyusunan skripsi ini.
5. Wayan Suana, S.Pd., M.Si., selaku Pembimbing Akademik sekaligus Pembimbing I atas kesediaan memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi selama penyusunan skripsi ini.
6. Dr. Chandra Ertikanto, M.Pd, selaku Pembahas yang telah memberikan bimbingan dan saran perbaikan skripsi ini.
7. Dosen serta staf Program Studi Pendidikan Fisika dan Jurusan Pendidikan MIPA Universitas Lampung.

8. Hj. Marlana, M.Pd. selaku Kepala Sekolah SMP Negeri 5 Bandar Lampung, yang telah memberikan izin kepada peneliti untuk melaksanakan penelitian di SMP Negeri 5 Bandar Lampung.
9. Suliyana, M.Pd. selaku Wakil Kepala Sekolah Bidang Kurikulum SMP Negeri 5 Bandar Lampung, yang telah memberikan dukungan penuh kepada peneliti selama proses penelitian.
10. Diman Supratman, S.Pd. selaku Guru Kelas VIII SMP Negeri 5 Bandar Lampung, yang telah berkenan membantu peneliti dalam pengumpulan data validitas instrumen.
11. Siti Aisyah, S.Pd. selaku Guru kelas VII SMP Negeri 5 Bandar Lampung, yang dengan senang hati membantu, memberikan saran, dan bekerja sama selama penelitian berlangsung.
12. Siswa-siswi kelas VII 1 dan VII 2 SMP Negeri 5 Bandar Lampung, atas partisipasi dan kerjasamanya dalam membantu kelancaran penelitian ini.

Semoga segala bantuan, dukungan, masukan, dan arahan yang diberikan kepada penulis mendapatkan balasan terbaik dari Tuhan YME. Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca serta menjadi sumber referensi yang bermanfaat untuk penelitian di masa mendatang.

Bandar Lampung, 21 Februari 2025

Rosalinda Alvialli

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
 I. PENDAHULUAN	 21
1.1 Latar Belakang.....	21
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	6
 II. TINJAUAN PUSTAKA	 8
2.1 Kerangka Teoritis	8
2.1.1 Teori Belajar Konstruktivisme	8
2.1.2 Teori Belajar Piaget	9
2.1.3 <i>Cognitive Theory of Multimedia Learning</i>	10
2.1.4 <i>Problem-based Learning</i>	12
2.1.5 Website Interaktif	16
2.1.6 Literasi Sustainability	21
2.1.7 Perubahan Iklim.....	26
2.2 Penelitian yang Relevan	29
2.3 Kerangka Pemikiran	31
2.4 Anggapan Dasar.....	35
2.5 Hipotesis	35

III. METODE PENELITIAN	36
3.1 Pelaksanaan Penelitian.....	36
3.2 Populasi dan Sampel Penelitian.....	36
3.3 Variabel Penelitian.....	36
3.4 Desain Penelitian	37
3.5 Prosedur Pelaksanaan Penelitian	37
3.6 Instrumen Penelitian	40
3.7 Analisis Instrumen Penelitian	40
3.7.1 Uji Validitas Instrumen	40
3.7.2 Uji Reliabilitas Instrumen	42
3.8 Teknik Pengumpulan Data	44
3.9 Teknik Analisis Data	44
3.9.1 Uji <i>N-gain</i>	44
3.9.2 Uji Normalitas.....	45
3.9.3 Uji Homogenitas	46
3.10 Pengujian Hipotesis	46
3.10.1 <i>Independent Sample T-Test</i>	46
3.10.2 Uji Non Parametrik.....	47
3.10.3 Uji <i>Effect Size</i>	48
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	49
4.1 Hasil Penelitian.....	49
4.1.1 Pelaksanaan Penelitian	49
4.1.2 Data Kuantitatif Hasil Penelitian	60
4.1.3 <i>N-gain</i> Literasi Sustainability	62
4.1.4 Hasil Uji Normalitas	63
4.1.5 Hasil Uji Homogenitas.....	65
4.1.6 Hasil Uji Hipotesis dengan <i>Independent Sample T-Test</i>	66
4.1.7 Hasil Uji Hipotesis dengan Non Parametrik <i>Mann-Whitney</i>	67
4.1.8 Hasil Uji <i>Effect Size</i>	68
4.2 Pembahasan	70

V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	83
5.1 Kesimpulan	83
5.2 Saran.....	83
DAFTAR PUSTAKA.....	84
DAFTAR LAMPIRAN	92

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tahapan Pembelajaran Model PBL	13
Sintaks Model PBL	14
Indikator Literasi Sustainabilitas.....	23
Penelitian yang Relevan.....	30
<i>Non-equivalent Control Group Design</i>	37
Tahap Pelaksanaan di Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen.	38
Interpretasi Koefisien Korelasi	41
Hasil Uji Validitas Aspek Pengetahuan	41
Hasil Uji Validitas Aspek Keterampilan.....	42
Hasil Uji Validitas Aspek Pola Pikir.....	42
Klasifikasi Efisiensi Reliabilitas	43
Hasil Uji Reliabilitas Aspek Pengetahuan	43
Hasil Uji Reliabilitas Aspek Keterampilan	43
Hasil Uji Reliabilitas Aspek Pola Pikir.....	44
Kategori Nilai <i>N-gain</i>	45
Interpretasi Nilai <i>effect size</i>	48
Data Kuantitatif Aspek Pengetahuan	60
Data Kuantitatif Aspek Keterampilan.....	61
Data Kuantitatif Aspek Pola Pikir.....	61
Data Rata-Rata <i>N-gain</i> Aspek Pengetahuan	62
Data Rata-Rata <i>N-gain</i> Aspek Keterampilan	62
Data Rata-Rata <i>N-gain</i> Aspek Pola Pikir	63
Hasil Uji Normalitas Aspek Pengetahuan.....	64
Hasil Uji Normalitas Aspek Keterampilan	64

Hasil Uji Normalitas Aspek Pola Pikir	65
Hasil Uji Homogenitas <i>N-gain Score</i> Aspek Pola Pikir.....	65
Hasil Uji <i>Independent Sample T-Test</i> Aspek Pola Pikir	66
Hasil Uji Non Parametrik Aspek Pengetahuan	67
Hasil Uji Non Parametrik Aspek Keterampilan.....	68
Hasil Uji <i>Effect Size</i> Aspek Pengetahuan.....	69
Hasil Uji <i>Effect Size</i> Aspek Keterampilan	69
Hasil Uji <i>Effect Size</i> Aspek Pola Pikir	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>Cognitive Theory of Multimedia Learning</i>	11
2. Profil <i>SustainEarth</i>	19
3. Mekanisme Efek Rumah Kaca.....	26
4. Kerangka Pemikiran.....	34
5. Siswa Mengakses Website <i>SustainEarth</i>	50
6. Siswa Memahami Fenomena	50
7. Siswa Membaca <i>ebook</i> dan Mengerjakan Kuis	51
8. Siswa Secara Berkelompok Berdiskusi.....	52
9. Guru Membimbing Siswa dalam Pengerjaan Karya.....	52
10. Siswa Mempresentasikan Karya	53
11. Tanya Jawab dan Umpan Balik Siswa	54
12. Siswa Melakukan Analisis dan Evaluasi.....	54
13. Siswa Menyaksikan Video Fenomena	55
14. Guru Membimbing Pengerjaan Karya	56
15. Siswa Mempresentasikan Karya	57
16. Siswa Menyaksikan Video Pembelajaran	58
17. Siswa Mengerjakan Latihan Terbimbing	59
18. Grafik Hasil Rata-Rata <i>N-gain</i> Aspek Pengetahuan	71
19. Grafik Hasil Rata-Rata <i>N-gain</i> Aspek Keterampilan.....	71
20. Grafik Hasil Rata-Rata <i>N-gain</i> Aspek Pola Pikir.....	72
21. Grafik Persentase Kemampuan Literasi Sustainability Siswa	73
22. Siswa Merumuskan Masalah Emisi Gas Rumah Kaca	75
23. Siswa Merumuskan Masalah Sampah Plastik.....	75
24. Penelusuran Pustaka Emisi Gas Rumah Kaca	77

25. Penelusuran Pustaka Sampah Plastik	77
26. Hasil Observasi Emisi Gas rumah Kaca	78
27. Hasil Observasi dan Wawancara Sampah Plastik.....	79
28. Dokumentasi Observasi Siswa	79
29. Ide Gagasan Emisi Gas Rumah Kaca.....	80
30. Ide Gagasan Sampah Plastik	80

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Rekapitulasi Transkrip Wawancara Studi Pendahuluan	93
Rekapitulasi Validitas Perangkat Ajar Kelas Eksperimen	101
Analisis Materi Perubahan Iklim	109
Modul Ajar Model <i>Problem-based Learning</i> (Perubahan Iklim)	114
Modul Ajar Model <i>Problem-based Learning</i> (Sampah Plastik)	123
Modul Ajar Model <i>Direct Instruction</i> (Perubahan Iklim)	132
Modul Ajar Model <i>Direct Instruction</i> (Sampah Plastik)	140
LKPD Model <i>Problem-based Learning</i>	148
LKPD Model <i>Direct Instruction</i>	149
<i>e-book</i> Kelas Eksperimen	150
Website Interaktif Kelas Eksperimen	151
Soal Tes Literasi Sustainability	155
Kisi-Kisi Literasi Sustainability	166
Rubrik Penilaian Literasi Sustainability	171
Data Validitas	177
Uji Validitas	187
Uji Reliabilitas	191
Tabel Data <i>Pretest</i> Kelas Eksperimen	194
Tabel Data <i>Posttest</i> Kelas Eksperimen	200
Tabel Data <i>Pretest</i> Kelas Kontrol	206
Tabel Data <i>Posttest</i> Kelas Kontrol	212
Uji <i>N-gain</i>	218
Uji Normalitas	224
Uji Homogenitas	226

Uji <i>Independent Sample T-test</i>	227
Uji Non Parametrik (<i>Mann Whitney</i>)	228
Uji <i>Effect Size</i>	230
Surat Studi Pendahuluan SMP Negeri 5 Bandar Lampung	231
Surat Studi Pendahuluan SMP Gajah Mada Bandar Lampung.....	232
Surat Studi Pendahuluan SMP Negeri 27 Bandar Lampung	233
Surat Studi Pendahuluan SMP Negeri 34 Bandar Lampung	234
Surat Izin Penelitian	235
Surat Balasan Penelitian.....	236
Dokumentasi	237

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bumi saat ini dihadapkan pada serangkaian masalah global yang serius akibat perubahan iklim, termasuk hilangnya keanekaragaman hayati, kerusakan lapisan ozon, dan pemanasan global (Radhiyah dan Hariyono, 2022). Menanggapi krisis ini, *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC 2023) menegaskan bahwa pemahaman tentang perubahan iklim sebaiknya dimulai melalui pendidikan di sekolah. Fokus utama dari pendidikan ini adalah pada mitigasi, kesadaran global, dan perlunya tindakan bersama (Prasad and Mkumbachi, 2021). Melalui pendidikan mengenai perubahan iklim, masyarakat dapat mengambil langkah nyata untuk mengurangi dampak yang tidak terhindarkan dan membentuk perilaku keberlanjutan (Eneji *et al.*, 2020). Ini menunjukkan bahwa pendidikan mengenai perubahan iklim perlu memasukkan konsep keberlanjutan dalam kurikulum sekolah agar menjadi alat yang efektif dalam menangani masalah perubahan iklim (Paaske *et al.*, 2021).

Pendidikan untuk pembangunan berkelanjutan yang dikenal dengan *Education for Sustainable Development* (ESD), memainkan peran penting dalam mencapai *Sustainable Development Goals* (SDGs). Hal ini terutama terkait dengan penanganan perubahan iklim, yang merupakan fokus utama sebagaimana dinyatakan dalam prinsip-prinsip *UN Global Compact* (Ermenc and Niemczyk, 2022). ESD melibatkan beberapa komponen

penting, salah satunya literasi sustainabilitas yang mencakup aspek pengetahuan, keterampilan, dan pola pikir siswa tentang isu-isu keberlanjutan (Décamps *et al.*, 2017). Melalui literasi sustainabilitas, guru memiliki kesempatan untuk menggalakkan kesadaran lingkungan di sekolah, membentuk generasi yang peka terhadap perubahan iklim, dan mempersiapkan siswa untuk mengatasi permasalahan lingkungan dengan mengupayakan solusi berkelanjutan (Hadi dkk., 2023). Oleh karena itu, literasi sustainabilitas berperan penting dalam pembangunan berkelanjutan dan mendukung pengambilan keputusan yang efektif terkait dengan perubahan iklim (Kuehl *et al.*, 2023). Hal ini sejalan pada pendidikan abad ke-21 yang menitikberatkan pada pendidikan untuk keberlanjutan, maka sangat penting untuk mengintegrasikan literasi sustainabilitas ke dalam kurikulum sekolah (UNESCO, 2007).

Feldman and LeVasseur (2021), menyatakan bahwa meningkatkan literasi sustainabilitas di tingkat pendidikan telah menjadi prioritas mendesak dalam beberapa tahun terakhir. Namun, pelaksanaannya masih menghadapi berbagai kesulitan. Salah satu tantangannya adalah ketiadaan standar kurikulum yang membahas literasi sustainabilitas. Selain itu, tidak adanya sistem penilaian yang mengukur efektivitas literasi sustainabilitas sehingga kemajuan literasi sustainabilitas siswa masih sulit diukur. Qureshi (2020) menambahkan, meskipun siswa telah terpapar pada materi keberlanjutan, perilaku siswa masih belum mencerminkan kontribusi pada solusi untuk masalah-masalah lingkungan dan keberlanjutan. Tantangan utama dalam meningkatkan literasi sustainabilitas siswa adalah memastikan bahwa hasil belajar tidak terbatas pada ranah pengetahuan saja, melainkan juga melibatkan aspek-aspek penting lain yang relevan (Kuehl *et al.*, 2021).

Hasil wawancara dengan guru IPA di empat sekolah berbeda pada 23 April 2024, yaitu SMP Negeri 5 Bandar Lampung, SMP Gajah Mada Bandar Lampung, SMP Negeri 27 Bandar Lampung, dan SMP Negeri 34 Bandar Lampung. Didapatkan informasi bahwa guru di keempat sekolah

tersebut hanya menitikberatkan hasil belajar pada aspek pengetahuan atau hasil tes saja tanpa melibatkan aspek penting lainnya. Selain itu, guru belum mempersiapkan siswa dalam mengembangkan kemampuan literasi sustainabilitas selama pembelajaran perubahan iklim. Metode pembelajaran yang digunakan bersifat guru-sentris dan siswa tidak terlibat aktif dalam pemecahan masalah. Kemudian, kurangnya penggunaan media pembelajaran dan variasi sumber belajar, seperti website atau *ebook*. Oleh karena itu, diperlukan inovasi dalam model pembelajaran untuk meningkatkan kesadaran lingkungan dan literasi sustainabilitas siswa, terutama dalam pembelajaran perubahan iklim.

Berbagai usaha telah dilakukan untuk meningkatkan literasi sustainabilitas pada siswa. Salah satunya adalah dengan mengintegrasikan model *problem-based learning* (PBL) dalam pembelajaran (Masliah dkk., 2023). PBL telah terbukti efektif dalam mengarahkan siswa pada penyelesaian masalah, mendorong mereka untuk menganalisis masalah lingkungan secara kritis, mencari solusi inovatif, dan menerapkan pengetahuan ilmiah dalam kehidupan sehari-hari (Liu and Pásztor, 2022). Hal ini sejalan dengan penelitian Muflikhah (2023), yang menunjukkan bahwa PBL meningkatkan signifikansi pembelajaran IPA dan memberikan pengalaman belajar yang bermakna bagi siswa. Dalam penerapannya, PBL dapat diintegrasikan dengan dukungan teknologi (Safitri dkk., 2023). Pemanfaatan teknologi pada integritas PBL dalam hal ini dapat mengoptimalkan hasil belajar siswa (Wihartanti dan Wibawa, 2017).

Pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran memberikan pengalaman interaktif yang menarik dan mudah dipahami bagi siswa (Ainah dan Permadi, 2023). Menurut Listianah dkk. (2022), siswa lebih menyukai pembelajaran interaktif yang menggabungkan berbagai media ajar seperti audio, video, teks, gambar, grafik, dan animasi. Salah satu bentuk pembelajaran interaktif yang didukung oleh teknologi adalah website (Wihartanti dan Wibawa, 2017). Setiawan dkk. (2022), mengatakan bahwa website efisien sebagai sumber pengajaran bagi guru dan siswa. Penelitian

ini menggunakan website interaktif bernama *SustainEarth* yang dikembangkan oleh Rizki (2024) Program Studi Pendidikan Teknologi Informasi Universitas Lampung. Website *SustainEarth* menyediakan materi perubahan iklim yang termuat berbagai sumber belajar seperti *ebook*, *gallery*, video, kuis, LKPD, dan RPP.

Menurut Kang and Lee (2023) integrasi antara PBL dengan website interaktif dapat meningkatkan motivasi belajar siswa. Dengan pemanfaatan teknologi dalam PBL, akses informasi yang lebih luas dan dinamis dapat disediakan, menambah pengalaman belajar, dan mengembangkan kemampuan literasi sustainabilitas siswa. Penelitian Llach and Bastida (2022) menunjukkan bahwa model PBL yang diintegrasikan dengan website lebih efektif dalam meningkatkan literasi sustainabilitas siswa dibandingkan dengan model PBL yang tidak diintegrasikan dengan website. Meskipun telah banyak penelitian yang mengeksplorasi pembelajaran IPA dengan menggunakan model PBL, seperti yang dilakukan oleh Subagja (2022), Suryana dkk. (2017), serta Ayu dkk. (2023). Namun, belum ada penelitian yang secara khusus membahas pembelajaran perubahan iklim dengan menggunakan model PBL berbantuan website interaktif yang berfokus pada kemampuan literasi sustainabilitas siswa.

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, sehingga dilakukannya suatu penelitian untuk mengetahui pengaruh pembelajaran model PBL berbantuan website interaktif terhadap kemampuan literasi sustainabilitas siswa dengan judul “Efektivitas *Problem-based Learning* Berbantuan Website Interaktif dalam Meningkatkan Literasi Sustainabilitas Siswa SMP pada Materi Perubahan Iklim.”

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

Bagaimana efektivitas model PBL berbantuan website interaktif dalam meningkatkan literasi sustainabilitas siswa SMP pada materi perubahan iklim?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

Mengetahui efektivitas model PBL berbantuan website interaktif dalam meningkatkan literasi sustainabilitas siswa SMP pada materi perubahan iklim.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Bagi peneliti lain, hasil penelitian ini dapat dijadikan referensi untuk penelitian terkait di masa mendatang.
2. Bagi guru, hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan salah satu acuan untuk meningkatkan literasi sustainabilitas dalam proses pembelajaran IPA.
3. Bagi siswa, hasil penelitian ini diharapkan dapat melatih kemampuan literasi sustainabilitas melalui model PBL berbantuan website interaktif dalam meningkatkan prestasi belajar.
4. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan untuk memberikan solusi dalam meningkatkan kualitas pembelajaran IPA di sekolah, terutama melalui penerapan model pembelajaran yang efektif.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dalam penelitian ini yaitu:

1. Penelitian ini untuk mengetahui apakah literasi sustainabilitas siswa meningkat setelah mengikuti pembelajaran menggunakan model PBL berbantuan website interaktif.
2. Website interaktif dalam penelitian ini dikembangkan oleh Rizki (2024) dari Program Studi Pendidikan Teknologi Informasi Universitas Lampung. Website interaktif ini berfungsi sebagai platform pembelajaran untuk siswa SMP yang mempelajari perubahan iklim di kelas VII Kurikulum Merdeka. Website ini menawarkan berbagai bahan ajar, seperti *ebook*, gambar, LKPD, dan kuis, untuk membantu proses pembelajaran siswa.
3. *ebook* perubahan iklim yang digunakan pada penelitian ini adalah hasil pengembangan Bhira dkk. (2024) dari Program Studi Pendidikan Teknologi Informasi Universitas Lampung. *ebook* ini dapat membantu proses pembelajaran siswa, di mana menjadi sumber bacaan materi, melihat gambar, menonton video, mengerjakan kuis, dan melakukan aktivitas sebagai kontribusi mitigasi pada materi perubahan iklim pada kelas VII Kurikulum Merdeka.
4. LKPD dan modul ajar yang digunakan pada penelitian ini adalah hasil pengembangan Atikkotunnajiah (2024) dari Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Lampung. LKPD dan RPP ini merupakan bahan ajar model PBL pada materi perubahan iklim kelas VII Kurikulum Merdeka yang memiliki karakteristik berupa materi yang relevan mengenai perubahan iklim, struktur pembelajaran yang terorganisir dengan jelas, serta fleksibilitas dan inovasi dalam isi kontennya.
5. Instrumen literasi sustainabilitas yang digunakan dalam penelitian ini merupakan hasil pengembangan Oriska (2024) dari Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Lampung. Instrumen ini digunakan peneliti pada saat *pretest* dan *posttest* untuk mengetahui kemampuan literasi sustainabilitas siswa kelas VII pada materi perubahan iklim.

6. Indikator literasi sustainabilitas yang digunakan pada penelitian ini adalah indikator menurut Décamps *et al.* (2017), dengan aspek yang diukur adalah pengetahuan, keterampilan dan pola pikir agar siswa memiliki pengetahuan terkait perubahan iklim, memiliki keterampilan peduli terhadap efisiensi lingkungan, dan perasaan mampu secara pribadi yang mempengaruhi pola pikir keberlanjutan dalam menerapkan gaya hidup ramah lingkungan.
7. Sintaks PBL yang digunakan pada penelitian ini adalah tahapan pembelajaran menurut Arends (2012), yaitu orientasi siswa kepada masalah, mengorganisasikan siswa untuk belajar, membimbing penyelidikan individu maupun kelompok, mengembangkan dan menyajikan hasil karya, serta menganalisis dan mengevaluasi.
8. Materi yang akan dikaji pada penelitian ini adalah materi IPA SMP kelas VII semester ganjil yang sesuai dengan silabus Kurikulum Merdeka, dengan fokus pada Fase D yang membahas perubahan iklim.
9. PBL berbantuan website interaktif dikatakan efektif jika hasil belajar sesuai kisi instrumen literasi sustainabilitas meningkat ditandai dengan nilai *N-gain* kelas eksperimen yang lebih besar dibanding dengan kelas kontrol (nilai *N-gain* > 0,5).

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kerangka Teoritis

2.1.1 Teori Belajar Konstruktivisme

Teori konstruktivisme adalah paradigma pembelajaran yang menekankan pengetahuan dan keterampilan dalam membangun pola pikir siswa itu sendiri (Firdaus *et al.*, 2023). Menurut penelitian Hills (2007), konstruktivisme mengajarkan siswa untuk menciptakan sesuatu dari apa yang mereka pelajari dan mengintegrasikan pembelajaran tersebut ke dalam kehidupan sehari-hari dengan cara yang bermanfaat. Sementara itu, Shymansky (1992), menjelaskan bahwa konstruktivisme adalah proses aktif di mana siswa membangun pengetahuan mereka sendiri, memperoleh makna dari pembelajaran, dan menghubungkan ide serta konsep baru dengan kerangka pengetahuan yang telah ada sebelumnya, sehingga pengetahuan tersebut dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari.

Sejalan dengan teori konstruktivisme, penelitian ini menggunakan model PBL berbantuan website interaktif untuk mendorong siswa belajar secara mandiri dan aktif. Melalui pendekatan ini, siswa diharapkan dapat menangani masalah global seperti perubahan iklim, mempelajari materi terkait, dan merancang strategi mitigasi yang relevan dengan kehidupan sehari-hari mereka. Platform website yang digunakan menyediakan berbagai sumber ajar, seperti *ebook*, LKPD, dan kuis interaktif untuk

meningkatkan kesadaran lingkungan siswa dan mendukung proses pembelajaran yang efektif.

Asumsi-asumsi dari teori konstruktivisme mencakup keterlibatan aktif siswa dalam proses pembelajaran, seperti guru menguji pemahaman siswa melalui diskusi dan eksperimen dalam kehidupan sehari-hari (Husna, 2023). Selain itu, guru berperan penting dalam menciptakan lingkungan belajar interaktif yang dapat membangkitkan rasa ingin tahu siswa tentang materi yang sedang dibahas, sehingga siswa tetap aktif dalam proses pembelajaran. Guru juga perlu mengamati pemahaman siswa untuk mendukung eksplorasi terhadap mata pelajaran yang diminati oleh siswa (Firdaus *et al.* 2023).

Berdasarkan asumsi-asumsi konstruktivisme tersebut, teori ini selaras dengan penerapan model PBL berbantuan website interaktif. Pendekatan ini menciptakan lingkungan belajar yang mendukung pengembangan dan pemahaman siswa tentang realitas serta penciptaan pengetahuan melalui berbagai pengalaman. Kegiatan pembelajaran interaktif yang disediakan pada website, seperti *ebook*, LKPD, dan kuis interaktif, memungkinkan siswa untuk belajar secara mandiri dan aktif.

2.1.2 Teori Belajar Piaget

Penerapan teori belajar Piaget dalam proses pembelajaran adalah dengan mendorong peran aktif siswa sebagai elemen penting untuk mencapai keberhasilan belajar. Ketika siswa dituntut untuk aktif, maka pemahaman siswa terhadap konsep materi akan lebih mudah dicapai, yang dapat terlihat dari keterampilan mereka dalam memproses menyelesaikan, dan menerapkan materi tersebut dalam kehidupan sehari-hari (Sartika dkk. 2022). Teori ini mengamati pertumbuhan psikologis, yaitu perubahan kemampuan mental seiring waktu. Pertumbuhan

tersebut dipengaruhi oleh kecerdasan anak dalam menangani objek dan interaksi aktif dengan lingkungan (Rahmah, 2022).

Menurut teori belajar Piaget yang disampaikan oleh Ardianti dkk. (2022), proses pembelajaran melibatkan individu dalam mengatasi tantangan, merancang solusi, dan menemukan jawaban sendiri tanpa paksaan eksternal. Individu dipengaruhi oleh lingkungan mereka dan didorong oleh motivasi internal untuk mengembangkan kecerdasan.

Pengembangan kecerdasan ini terjadi di sistem saraf pusat saat individu berpikir, menghasilkan kemampuan untuk mengolah informasi secara logis berdasarkan realita. Dalam teori ini, Piaget menekankan pentingnya pengalaman belajar yang sesuai dengan tahap perkembangan kognitif individu, mendorong eksplorasi dan penemuan sendiri, serta mengintegrasikan pembelajaran dengan interaksi aktif dengan lingkungan untuk mencapai pemahaman yang mendalam dan bermakna tentang dunia di sekitar mereka.

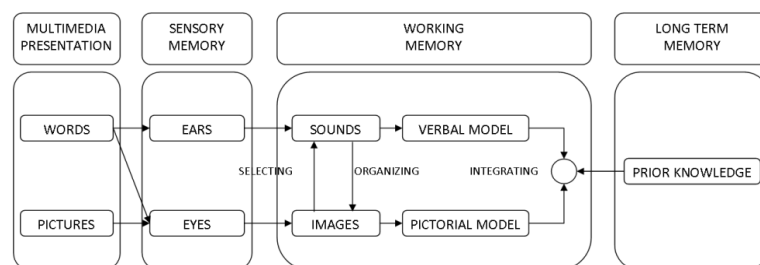
Berdasarkan penjelasan mengenai teori belajar Piaget, terdapat keselarasan teori ini dengan PBL yang memberi kesempatan bagi siswa menyelesaikan masalah dunia nyata melalui penyelidikan dan refleksi. PBL menciptakan lingkungan belajar sesuai prinsip-prinsip Piaget, memungkinkan siswa mengembangkan pemahaman mendalam melalui pengalaman aktif dan reflektif.

2.1.3 *Cognitive Theory of Multimedia Learning*

Cognitive Theory of Multimedia Learning merupakan teori pembelajaran multimedia yang diperkenalkan oleh Richard E. Mayer. Pembelajaran multimedia terjadi saat representasi mental atau pemikiran terbentuk dari kata-kata dan gambar yang digunakan bersama-sama. Prinsip teori ini adalah menstimulasi mental siswa untuk mengembangkan pemahaman yang terhubung dengan representasi materi yang diberikan, sehingga

siswa dapat memahami materi tersebut dengan lebih baik dan memperluas pengetahuan mereka (Sorden, 2005).

Mayer and Moreno (2003) mengasumsikan tiga dasar *cognitive theory of multimedia learning*. Asumsi pertama adalah *Dual Channel*, yang menyatakan bahwa saluran *visual* (penglihatan) dan saluran *auditori* (pendengaran) adalah dua saluran berbeda yang membentuk sistem pemrosesan informasi manusia. Asumsi kedua adalah *Limited Capacity*, yang menyatakan bahwa ada jumlah kapasitas yang terbatas dalam sistem pemrosesan informasi manusia. Dalam asumsi *Limited Capacity* ini, pemrosesan kognitif terjadi ketika informasi diterima secara bersamaan oleh semua saluran. Asumsi ketiga adalah *Active Processing*, yang melibatkan penggabungan data *visual* dan *audio* yang telah diperoleh sebelumnya untuk menciptakan keseluruhan yang kohesif dan mengintegrasikannya dengan pengetahuan lebih lanjut. Tahapan bagaimana saluran tersebut memproses data ke dalam memori, dapat dilihat dalam Mayer and Moreno (2003) pada Gambar 1.



Gambar 1. *Cognitive Theory of Multimedia Learning*

Sumber: (Mayer & Moreno 2003)

Berdasarkan penjelasan *Cognitive Theory of Multimedia Learning*, teori ini sejalan dengan model PBL yang menggunakan bantuan website interaktif dalam proses pembelajarannya. Teori ini menekankan bahwa pembelajaran efektif terjadi ketika informasi disajikan dalam format multimedia yang memungkinkan representasi memori yang kuat. Dengan menggunakan PBL berbantuan website interaktif, siswa tidak hanya terlibat dalam pemecahan masalah nyata tetapi juga dapat

memanfaatkan representasi multimedia untuk memperkuat pengertian dan memori siswa terhadap materi pembelajaran.

2.1.4 Problem-based Learning

Problem-based Learning (PBL) adalah model pembelajaran kontekstual yang menempatkan masalah sebagai fokus utama pembelajaran (Ayunda dkk., 2023). Model pembelajaran ini menekankan pada pemecahan masalah sebagai inti dari proses belajar, mendorong siswa untuk mengembangkan kemampuan siswa dalam menyelesaikan tugas yang diberikan (Lestari dan Ardani, 2023). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Kusumawardani dkk. (2022), PBL membantu siswa mengasah kemampuan berpikir kritis dalam memecahkan masalah dan memperoleh informasi serta ide yang berhubungan dengan materi pembelajaran dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu, integrasi PBL dengan mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) dalam proses pembelajaran di kelas dapat meningkatkan kemampuan ilmiah siswa (Damayanti dan Surjanti, 2022). PBL melatih siswa untuk berpikir kritis dan bekerja sama dalam kelompok untuk memecahkan masalah ilmiah yang berkaitan dengan pelajaran IPA, khususnya materi perubahan iklim (Kurniahtunnisa dkk., 2023).

Model PBL dalam pembelajaran perubahan iklim memberikan manfaat signifikan terhadap peningkatan kemampuan literasi sustainability siswa (Llach and Bastida, 2022). PBL tidak hanya membantu siswa untuk berpikir kritis, tetapi juga mengembangkan pengetahuan, keterampilan dan pola pikir yang mendukung keberlanjutan (Chueh and Kao, 2024). Melalui PBL, siswa didorong untuk menganalisis dan mengevaluasi masalah lingkungan secara kritis, mencari solusi inovatif, dan menerapkan pengetahuan ilmiah dalam kehidupan sehari-hari (Liu and Pásztor, 2022). Selain itu, integrasi teknologi interaktif, seperti penggunaan website yang menyediakan sumber belajar tambahan,

semakin memperkaya proses pembelajaran dan memungkinkan siswa untuk mengakses informasi terkini yang relevan dengan isu-isu lingkungan (Kang and Lee, 2023). Dengan demikian, pendekatan PBL mempersiapkan siswa untuk menjadi individu yang sadar lingkungan dan siap berkontribusi dalam upaya keberlanjutan global.

Zhiyu (2012:289-290), menyatakan bahwa pengajaran dengan menggunakan model PBL terdiri dari tiga tahapan. Berikut disajikan tahapan pembelajaran model PBL pada Tabel 1.

Tabel 1. Tahapan Pembelajaran Model PBL

No	Tahapan	Pengajaran Model PBL
1	Mengidentifikasi Masalah	Siswa mengidentifikasi dan mengungkap masalah yang menjadi inti pembelajaran. Kualitas masalah ini sangat berpengaruh terhadap hasil pembelajaran yang dicapai.
2	Pengalokasian Tugas	Dengan bimbingan guru, siswa dipersiapkan mengalokasikan pembagian tugas kepada anggota kelompok. Kemudian, siswa bersama-sama menganalisis masalah, mencari solusi, dan mempresentasikan hasil karya tersebut.
3	Kesimpulan	Siswa menyusun kesimpulan, mengevaluasi, dan membuat rangkuman tentang permasalahan yang dipecahkan.

(Zhiyu, 2012)

Menurut Arends (2012:398-399), karakteristik model pembelajaran PBL antara lain:

1. Masalah yang diberikan adalah situasi kehidupan nyata, sehingga siswa bisa mengajukan pertanyaan dan menemukan solusi.

2. Pembelajaran menggabungkan berbagai disiplin ilmu, memungkinkan siswa memecahkan masalah dari berbagai sudut pandang.
3. Pembelajaran melibatkan penyelidikan yang autentik dan mengikuti metode ilmiah.
4. Hasil pembelajaran bisa berupa karya nyata atau presentasi solusi untuk dipublikasikan.
5. Siswa bekerja sama dan saling memotivasi, mengembangkan keterampilan sosial mereka.

Berdasarkan penjelasan di atas, model PBL menekankan penggunaan masalah nyata sebagai dasar pembelajaran, memungkinkan siswa aktif dalam mengajukan pertanyaan dan menemukan solusi. Integrasi disiplin ilmu memperdalam pemahaman siswa terhadap masalah dari berbagai perspektif. Proses pembelajaran melibatkan penyelidikan ilmiah dengan hasil yang berupa produk nyata atau presentasi solusi. Kolaborasi antar siswa tidak hanya meningkatkan pemahaman, tetapi juga mengembangkan keterampilan sosial. Pemahaman yang kuat tentang tahapan PBL oleh guru menjadi kunci untuk mengembangkan kemampuan literasi sustainability siswa. Arends (2012:411), merinci langkah-langkah PBL dalam pembelajaran menjadi 5 fase. Berikut disajikan sintaks model PBL pada Tabel 2.

Tabel 2. Sintaks Model PBL

No (1)	Sintaks PBL (2)	Kegiatan Guru (3)	Kegiatan Siswa (4)
1	Fase 1 Orientasi siswa pada masalah	Guru menjelaskan tujuan pembelajaran, menyampaikan pentingnya logistik yang dibutuhkan, dan memotivasi siswa untuk aktif dalam kegiatan penyelesaian masalah perubahan iklim.	Siswa memahami tujuan pembelajaran dan mengajukan pertanyaan terkait pemahaman mereka tentang perubahan iklim.

(1)	(2)	(3)	(4)
2	Fase 2 Mengorganisasi siswa untuk belajar	Guru membantu siswa mendefinisikan dan mengorganisasikan tugas belajar yang berhubungan dengan permasalahan perubahan iklim.	Siswa mengidentifikasi masalah dan siap menerima tugas belajar melalui partisipasi dalam aktivitas kuis dan pengerjaan LKPD pada materi perubahan iklim.
3	Fase 3 Membimbing siswa secara individual maupun kelompok	Guru mendorong siswa untuk melakukan penyelidikan mandiri atau dalam kelompok, mengumpulkan informasi relevan, melakukan eksperimen, serta mencari penjelasan dan solusi atas permasalahan perubahan iklim.	Siswa secara aktif terlibat dalam diskusi, menggali informasi, menerapkan konsep yang relevan dalam percobaan, dan berupaya mencari penjelasan serta solusi terhadap permasalahan perubahan iklim.
4	Fase 4 Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	Guru memberikan arahan kepada siswa dalam perencanaan dan penyusunan hasil karya yang sesuai, seperti laporan, video, atau model.	Siswa melakukan perencanaan dan mempersiapkan karya, seperti laporan, video, atau model.
5	Fase 5 Analisis dan evaluasi	Guru membimbing siswa dalam melakukan analisis dan evaluasi terhadap proses penyelesaian permasalahan perubahan iklim.	Siswa melakukan analisis dan evaluasi terhadap proses penyelesaian permasalahan terkait perubahan iklim.

(Arends, 2012)

Bersumber pada fase pembelajaran PBL Arends (2012), maka peneliti memodifikasi lima fase pembelajaran PBL dengan bantuan website interaktif. Peneliti mengadaptasi ke-lima fase pembelajaran tersebut secara bertahap ke dalam kegiatan pembelajaran, dimulai dari pemberian masalah terkait perubahan iklim hingga analisis dan evaluasi.

2.1.5 Website Interaktif

Multimedia adalah program yang menyampaikan materi menggunakan kata-kata dan gambar. Gambar dapat berupa grafik dinamis seperti animasi dan video, serta grafik statis seperti peta, ilustrasi, grafik, dan foto (Alam and Mohanty, 2023). Penggunaan media pembelajaran interaktif membuat kegiatan belajar menjadi lebih menarik, menyenangkan, dan instruksional. Lauc *et al.* (2020) menyatakan bahwa memasukkan multimedia ke dalam proses pembelajaran dapat meningkatkan motivasi belajar siswa. Dengan motivasi yang meningkat, siswa cenderung lebih aktif dalam proses belajar, yang pada akhirnya dapat memperbaiki hasil akademik siswa. Selain itu, penggunaan multimedia memungkinkan penyampaian materi yang variatif, mengakomodasi berbagai gaya belajar siswa, serta memfasilitasi pemahaman yang lebih mendalam (Zuhrotunnisa dan Subekti, 2022).

Website adalah salah satu bentuk multimedia dalam pembelajaran. Website merupakan sekelompok halaman dalam satu domain yang dioptimalkan untuk mesin pencari dan menyimpan berbagai konten yang dapat dibaca dan dilihat oleh orang-orang. Informasi tekstual, video, grafik, dan gambar dapat dimasukkan ke dalam website untuk berbagai tujuan (Meiliyanthi, 2022). Dengan memanfaatkan teknologi berupa website, guru dapat menciptakan lingkungan belajar yang interaktif dan responsif, di mana siswa dapat mengakses materi pembelajaran kapan saja dan di mana saja (Susanti, 2021). Integrasi berbagai elemen multimedia dalam website tidak hanya meningkatkan pengalaman

belajar tetapi juga membuat materi lebih mudah diakses dan lebih menarik bagi siswa. Hal ini memungkinkan penyampaian informasi yang lebih efektif dan efisien serta mendorong partisipasi aktif siswa dalam proses belajar.

Menurut Suyanto (2009), kriteria-kriteria untuk menilai kualitas sebuah website antara lain:

1. *Usability* (kemudahan penggunaan), ini mencakup seberapa mudah pengguna dapat berinteraksi dengan website, termasuk tata letak yang intuitif dan navigasi yang jelas.
2. Sistem navigasi (struktur), merujuk pada tata letak dan pengaturan informasi yang terstruktur dengan baik di website, dengan aturan dan arah informasi yang jelas.
3. *Graphic design* (desain visual), meliputi desain yang menarik secara visual, termasuk skema warna yang seimbang dan penggunaan grafis yang mendukung konten.
4. *Contents* (isi), konten harus relevan, menarik, dan sesuai dengan kebutuhan audiens yang dituju.
5. *Compatibility* (kesesuaian perangkat), website harus dapat diakses dengan baik di berbagai perangkat dan browser.
6. *Loading time* (respon ketika diakses), kecepatan dalam memuat halaman website sangat penting untuk pengalaman pengguna yang baik.
7. *Functionality* (aspek teknologi), website harus menjalankan fungsinya dengan efektif sesuai dengan tujuannya.
8. *Accessibility* (kemudahan akses), semua pengguna harus dapat mengakses dan menggunakan website dengan mudah, termasuk mereka yang memiliki keterbatasan fisik atau teknologi.
9. *Interactivity* (interaktivitas), interaksi antara pengguna dan website dapat meningkatkan keterlibatan pengguna dalam konten yang disajikan.

Menurut Laugi (2018), website memiliki beberapa manfaat pada proses pembelajaran, antara lain:

1. *Time and place flexibility* (fleksibilitas waktu dan tempat), pembelajaran jarak jauh memungkinkan pengguna untuk belajar dengan lebih fleksibel, tidak terikat oleh waktu dan tempat tertentu.
2. *Interactivity enhancement* (peningkatan interaksi), website dapat meningkatkan jumlah interaksi antara guru dan siswa selama proses pembelajaran, membantu dalam meningkatkan kualitas pengajaran dan pembelajaran.
3. *Global audience* (mengakomodasi audiens global), website memungkinkan guru untuk berkomunikasi dengan kelompok siswa secara menyeluruh, tidak terbatas oleh Batasan tempat, sehingga menciptakan kesempatan untuk belajar dari berbagai latar belakang dan budaya yang berbeda.

Menurut Darussalam (2015), website memiliki beberapa kelebihan dalam proses pembelajaran, antara lain:

1. Pembelajaran mandiri, siswa dapat menyelesaikan tugas-tugas belajar secara mandiri dengan cepat, yang membantu dalam memperluas pengetahuan mereka, meningkatkan kemampuan komunikasi, dan mengasah keterampilan.
2. Aktivitas belajar yang lebih banyak, siswa terlibat lebih banyak aktivitas belajar daripada hanya mendengarkan penjelasan dari guru, sehingga dapat meningkatkan tingkat partisipasi dan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran.
3. Sumber belajar yang banyak, website menawarkan berbagai sumber belajar kepada siswa, memungkinkan mereka untuk mengakses materi pembelajaran yang bervariasi sesuai dengan kebutuhan dan minat mereka.

Dengan kemajuan teknologi, guru dan siswa kini dapat memanfaatkan berbagai media pembelajaran, salah satunya website interaktif.

Penelitian ini menggunakan website interaktif bernama *SustainEarth*,

sebuah platform pembelajaran yang dikembangkan oleh Rizki (2024) dari Program Studi Pendidikan Teknologi Informasi Universitas Lampung. *SustainEarth* didesain khusus untuk materi perubahan iklim kelas VII pada Kurikulum Merdeka. Selain berperan sebagai platform pembelajaran, *SustainEarth* juga terintegrasi dengan model PBL. Dengan demikian, siswa tidak hanya mendapatkan pengetahuan tentang isu perubahan iklim, tetapi juga terlibat aktif dalam pemecahan masalah keberlanjutan. Melalui pendekatan ini, siswa dikembangkan keterampilan pemecahan masalah, pemikiran kritis, dan kreativitas mereka dalam menanggapi tantangan lingkungan yang kompleks. Adapun profil *SustainEarth* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Profil *SustainEarth*

Sumber: (Rizki, 2024)

Profil *SustainEarth* yang dikembangkan oleh Rizki (2024), menggambarkan sebuah website interaktif yang dirancang khusus untuk materi perubahan iklim kelas VII Kurikulum Merdeka. Platform ini mengintegrasikan model PBL untuk mendukung pembelajaran aktif siswa melalui pemecahan masalah keberlanjutan. Fitur utamanya mencakup menu *home*, *materi*, *ebook*, *gallery*, LKPD dan RPP.

Berikut adalah penjelasan singkat namun komprehensif mengenai fitur-fitur yang ada di *SustainEarth*:

1. Menu *home*, memberikan gambaran menyeluruh tentang *SustainEarth*, menyertakan panduan penggunaan serta ringkasan materi perubahan iklim.
2. Menu materi, memberikan informasi lengkap mengenai perubahan iklim, termasuk dampak, penyebab, dan solusi yang dapat diadopsi.
3. Menu *ebook*, memfasilitasi akses kepada bahan ajar dalam bentuk buku elektronik tentang perubahan iklim.
4. Menu *gallery*, menampilkan berbagai gambar yang menggambarkan berbagai aspek perubahan iklim, dari penyebab hingga solusi.
5. Menu LKPD dan RPP, menyediakan bahan ajar terstruktur dan rencana pembelajaran yang terintegrasi dengan PBL, memudahkan guru dalam mengajar materi perubahan iklim sambil mendorong partisipasi aktif siswa.

Berikut adalah beberapa kelebihan yang dimiliki oleh *SustainEarth*:

1. Menyajikan informasi dan materi perubahan iklim secara komprehensif, memberikan pemahaman yang mendalam tentang perubahan iklim.
2. Independen, karena platform ini menyediakan materi yang lengkap dan dapat diakses tanpa memerlukan bantuan dari pihak eksternal.
3. Memotivasi siswa dengan pembelajaran interaktif yang ditawarkan oleh *SustainEarth*, meningkatkan minat dan keterlibatan dalam proses pembelajaran.
4. Fleksibilitas akses, pengguna dapat mengakses *SustainEarth* melalui berbagai perangkat seperti komputer, laptop, tablet, dan smartphone, memberikan kenyamanan dalam pembelajaran di mana saja dan kapan saja.

Berdasarkan penjelasan terkait website interaktif, maka penelitian ini menggunakan website interaktif *SustainEarth* sebagai platform pembelajaran utama. Integrasi website ini dengan PBL berpotensi mempengaruhi kemampuan siswa dalam memecahkan masalah terkait isu perubahan iklim. Dalam hal ini, siswa dapat terlibat aktif dalam

proses pembelajaran dengan menyelesaikan tantangan yang relevan dengan situasi dunia nyata. Selain itu, *SustainEarth* juga diantisipasi memiliki peran penting dalam pengembangan literasi sustainabilitas siswa dengan menyediakan akses mudah ke berbagai sumber belajar, termasuk materi pelajaran, *ebook*, gambar, LKPD, dan kuis. Oleh karena itu, integritas ini diharapkan dapat membantu meningkatkan pemahaman siswa tentang perubahan iklim dan memberi siswa bekal untuk berperan aktif dalam menjaga kelestarian lingkungan di masa depan.

2.1.6 Literasi Sustainabilitas

Permasalahan global menegaskan perlunya kesepakatan tentang agenda 2030, yaitu pembangunan berkelanjutan sebagai langkah untuk mengatasi tantangan global sesuai dengan prinsip UN *Global Compact* (Jillani *et al.*, 2022). Agenda tersebut dikenal dengan *Sustainable Development Goals* (SDGs), yang terdiri dari 17 tujuan utama dengan indikator kinerja yang spesifik dan terukur (Silva and Sá, 2018). Buerkle *et al.* (2023), menyatakan bahwa pendidikan merupakan salah satu tujuan SDGs yang telah disepakati dan pencapaian tujuan pendidikan menjadi kunci keberhasilan tercapainya 16 tujuan lainnya, sehingga pendidikan berkelanjutan atau *Education for Sustainability Development* (ESD) menjadi sangat penting. Oleh karena itu, fokus pendidikan di abad ke-21 harus diarahkan pada pendidikan berkelanjutan (ESD) (UNESCO, 2007).

Education for Sustainable Development (ESD) melibatkan beberapa komponen penting, di antaranya literasi sustainabilitas, kesadaran sustainabilitas, dan kompetensi sustainabilitas. Akan tetapi, fokus penelitian ini hanya pada literasi sustainabilitas saja (Ozdemir, 2021). Literasi sustainabilitas pada penelitian ini mencakup aspek pengetahuan, keterampilan, dan pola pikir siswa sebagai indikator utama (Décamps *et al.*, 2017). Tujuan literasi sustainabilitas adalah meningkatkan

pemahaman siswa tentang masalah global dan tindakan keberlanjutan, sehingga mereka dapat mengembangkan pengetahuan, keterampilan, dan pola pikir yang mendukung keberlanjutan manusia dan alam sekitarnya (Brandt *et al.*, 2021). Namun, untuk mencapai literasi sustainabilitas pada siswa dibutuhkan kesadaran terhadap pembangunan berkelanjutan, termasuk kesadaran terhadap perubahan iklim (UNDESA and UNFCCC, 2023). Hal ini sejalan dengan penelitian Filho *et al.* (2023), yang menekankan bahwa perubahan iklim adalah faktor krusial dalam mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan.

Peningkatan kesadaran terhadap tantangan pembangunan berkelanjutan, terutama dalam hal perubahan iklim, menjadi dasar penting dalam membentuk literasi sustainabilitas pada siswa (Kumar *et al.*, 2023). Kesadaran ini menjadi landasan yang kuat untuk membangun pemahaman mendalam tentang isu-isu lingkungan dan solusi yang berkelanjutan (Aasar *et al.*, 2024). Melalui pendekatan model PBL yang didukung oleh website interaktif, upaya untuk meningkatkan literasi keberlanjutan menjadi semakin signifikan (Llach and Bastida, 2022). PBL mendorong siswa untuk aktif menyelesaikan masalah aktual dan mengintegrasikan pengetahuan teoritis dalam situasi praktis, sementara website interaktif memberikan akses luas terhadap sumber daya pembelajaran. Integrasi ini meningkatkan literasi sustainabilitas siswa dan mengembangkan keterampilan berpikir kritis, analitis, serta pemecahan masalah, sehingga siswa dapat menghadapi kompleksitas tantangan global dan berpikir secara holistik demi menciptakan masa depan yang berkelanjutan.

Adapun hasil penelitian Probst *et al.* (2019) menunjukkan peningkatan literasi sustainabilitas dapat memberikan pengalaman belajar positif yaitu:

1. Perspektif lingkungan, literasi sustainabilitas memperluas pemahaman siswa tentang interaksi kompleks antara manusia dan lingkungan, meningkatkan kesadaran akan dampak aktivitas manusia

- terhadap lingkungan, dan mengembangkan sikap peduli terhadap pelestarian lingkungan.
2. Keterampilan professional, literasi sustainabilitas mengembangkan keterampilan siswa di bidang terkait keberlanjutan, seperti manajemen lingkungan dan energi terbarukan, membuka peluang kompetensi yang lebih luas sebagai kontribusi dalam mencapai keberlanjutan.
 3. Persepsi dan sikap, literasi sustainabilitas meningkatkan kepercayaan diri siswa dalam berperan menghasilkan perubahan positif dan mendorong sikap proaktif pada tindakan berkelanjutan sehari-hari.

Adapun indikator literasi sustainabilitas menurut penelitian Décamps *et al.* (2017) dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Indikator Literasi Sustainabilitas

No (1)	Aspek yang Diukur (2)	Indikator (3)
1	Pengetahuan (<i>Knowledge</i>)	<i>Sustainable humanity and ecosystems on planet Earth</i> 1. Memahami keberagaman ekosistem global dan dampak perubahan iklim terhadap siklus kehidupan. 2. Menjelaskan urgensi keberlanjutan dalam menghadapi perubahan iklim dan upaya mitigasi yang diperlukan. 3. Memahami dampak sosial dari perubahan iklim dan pentingnya keberlanjutan dalam menanggapi tantangan tersebut. <i>Global and local human-constructed systems to answer people's needs</i> 4. Mengidentifikasi bagaimana pendidikan dan budaya berperan dalam menghadapi tantangan perubahan iklim pada struktur sosial lokal

(1)	(2)	(3)
		dan global. 5. Peran air, energi, dan pangan pada ekonomi global dan dampaknya pada perubahan iklim. Transitions towards sustainability 6. Upaya-upaya dari institusi dan organisasi internasional dalam menangani perubahan iklim, (seperti UN MDGs, Global Compact, GIEC, GRI, ISO 26000, dan ESD). 7. Inovasi yang dapat menjadi inspirasi dalam menangani perubahan iklim yang lebih komprehensif. We each have roles to play to create and maintain individual & systemic changes 8. Mengambil 24tingkat konkret untuk mengurangi dampak perubahan iklim, baik pada 24tingkat individu maupun sistem.
2	Keterampilan (Skills)	Personal Skills 9. Perilaku individu pada lingkungan dan berkomitmen pada perubahan iklim. 10. Memahami dan merasakan dampak perubahan iklim serta menunjukkan dukungan dan solidaritas. Working with others 11. Hubungan yang efektif secara sistematis yang diperlukan dalam menanggapi perubahan iklim. 12. Berkolaborasi dalam tim untuk merespons perubahan iklim secara efektif agar mengurangi dampak yang terjadi.

(1)	(2)	(3)
		<i>Think & act systemically</i> 13. Pemahaman sistem untuk mengidentifikasi upaya mitigasi dan adaptasi perubahan iklim. 14. Mampu melihat dampak dari tindakan iklim, serta memiliki sikap berkelanjutan 15. Menghargai dan melindungi semua bentuk kehidupan dari dampak perubahan iklim. 16. Memperlakukan makhluk dengan adil dan memiliki sikap berkelanjutan dalam menghadapi perubahan iklim. 17. Keyakinan melakukan mitigasi untuk mengatasi dampak perubahan iklim. 18. Berkomitmen secara aktif untuk mengatasi tantangan perubahan iklim.
3	Pola Pikir (<i>Mindset</i>)	

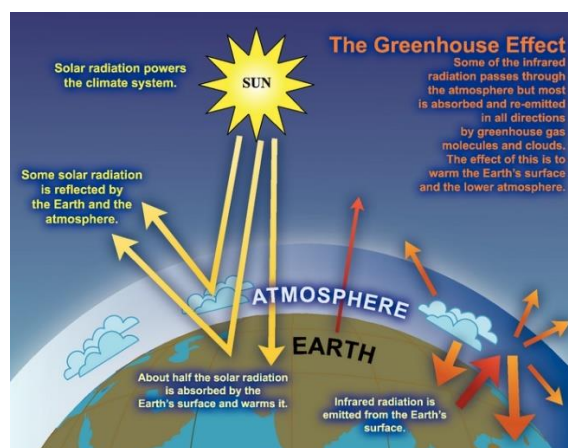
(Décamps *et al.*, 2017)

Berdasarkan penjelasan serta indikator literasi sustainabilitas yang telah dijabarkan, Generasi muda dianggap sebagai agen perubahan dalam meningkatkan kesadaran lingkungan dan kepedulian terhadap isu-isu keberlanjutan. Oleh karena itu, pendidikan memainkan peran yang sangat penting dalam membentuk dan memperkuat kesadaran tersebut. Diharapkan penelitian ini dapat meningkatkan kemampuan literasi sustainabilitas siswa, terutama pada aspek pengetahuan, keterampilan, dan pola pikir, serta berkontribusi dalam mengatasi tantangan perubahan iklim.

2.1.7 Perubahan Iklim

Perubahan iklim menurut *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), merujuk pada proses transformasi dalam karakteristik cuaca yang diamati selama beberapa dekade atau lebih. Di sisi lain, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN 2002), dalam konteks yang lebih khusus, mendefinisikan perubahan iklim sebagai pergeseran rata-rata dari satu atau lebih elemen cuaca di titik-titik tertentu di bumi. Namun, dalam skala global, perubahan iklim melibatkan modifikasi kondisi iklim yang melintasi seluruh planet.

IPCC (2007), menyatakan bahwa faktor utama yang mempengaruhi iklim bumi adalah radiasi matahari, khususnya sinar ultraviolet. Ketika radiasi ini mencapai atmosfer, sebagian besar dipantulkan kembali ke angkasa, sementara sebagian kecilnya diserap oleh permukaan bumi, menyebabkan pemanasan yang mempertahankan suhu di atas titik beku air. Hal inilah yang disebut sebagai efek rumah kaca. Mekanisme efek rumah kaca dapat dilihat dalam IPCC (2007) pada Gambar 3.



Gambar 3. Mekanisme Efek Rumah Kaca

Sumber: (IPCC 2007)

Mekanisme efek rumah kaca yang tergambarkan dalam IPCC (2007), menjelaskan bahwa ketika radiasi matahari terutama sinar ultraviolet mencapai atmosfer bumi, sebagian besar dari radiasi ini dipantulkan kembali ke angkasa. Namun, sebagian kecilnya diserap oleh permukaan

bumi. Proses ini menyebabkan pemanasan di bumi yang dikenal sebagai efek rumah kaca.

IPCC (2023), menjelaskan peningkatan emisi gas rumah kaca telah menjadi salah satu faktor krusial yang memicu pemanasan global dalam beberapa dekade terakhir. Aktivitas manusia, terutama dalam sektor industri dan transportasi, telah menyebabkan peningkatan signifikan emisi karbon dioksida (CO₂) dan gas rumah kaca lainnya. Dampaknya sangat luas dan serius, termasuk meningkatnya kejadian cuaca ekstrem dan pencairan es di kutub yang mengancam pulau-pulau kecil dan kota pesisir. Pemanasan global juga berdampak pada ketahanan pangan, kesehatan masyarakat, dan keamanan pesisir. Sebagai suatu kesatuan, perubahan suhu permukaan bumi turut mempengaruhi sistem iklim secara keseluruhan, menyebabkan perubahan dramatis dalam pola cuaca, curah hujan, dan musim. Oleh karena itu, upaya untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dan memitigasi dampak pemanasan global menjadi prioritas utama dalam menjaga keseimbangan ekologi planet ini.

Menurut *Climate Change Performance Index (CCPI)* tahun 2024, Indonesia mengalami penurunan peringkat yang signifikan, turun sepuluh peringkat dari peringkat 26 menjadi peringkat 36 secara global. Penurunan ini dipicu oleh beberapa faktor, termasuk penilaian rendah terhadap kebijakan iklim dan emisi gas rumah kaca. CCPI memberikan penilaian berdasarkan lima kriteria, seperti tingkat emisi CO₂, peningkatan emisi CO₂, ketersediaan energi terbarukan, efisiensi energi, dan kebijakan yang mendukung kepedulian terhadap iklim. IPCC, sebagai alat yang dirancang untuk meningkatkan kesadaran global tentang isu perubahan iklim, memiliki peran penting dalam mendorong implementasi kebijakan nasional untuk mengatasi tantangan ini (CCPI, 2024).

Kumar *et al.* (2023), menyatakan bahwa penurunan peringkat Indonesia dalam CCPI tahun 2024 menunjukkan pentingnya pendidikan mengenai perubahan iklim di sekolah. Pendidikan memberikan pendekatan

signifikan untuk mengantisipasi dampak perubahan iklim dengan membekali siswa pemahaman mendalam tentang akar penyebab perubahan iklim dan dampaknya terhadap lingkungan serta masyarakat (Martínez *et al.*, 2024). Selain itu, pendidikan perubahan iklim memungkinkan siswa mempelajari strategi mitigasi dan adaptasi untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dan menggalakkan penggunaan energi terbarukan (Bitire, 2023). Hal ini, tidak hanya meningkatkan pemahaman tetapi juga mendorong tindakan nyata dalam melindungi lingkungan.

Menurut penelitian Ofremu *et al.* (2024), mitigasi dan adaptasi perubahan iklim merupakan langkah krusial dalam menanggapi tantangan global yang mendesak. Mitigasi difokuskan pada upaya mengurangi emisi gas rumah kaca, seperti mengurangi penggunaan bahan bakar fosil dan meningkatkan investasi dalam energi terbarukan, dengan tujuan memperlambat laju pemanasan global. Sementara itu, adaptasi bertujuan untuk menghadapi dan menyesuaikan diri dengan dampak yang telah atau akan timbul akibat perubahan iklim. Pada lingkungan pendidikan, adaptasi dan mitigasi melibatkan peningkatan kesadaran siswa untuk menjaga kebersihan, seperti membuang sampah pada tempatnya, serta memberikan pendidikan dan pelatihan untuk meningkatkan pemahaman siswa tentang penanganan perubahan iklim. Oleh karena itu, kolaborasi dalam pendidikan menjadi semakin penting untuk membangun lingkungan yang tangguh terhadap dampak perubahan iklim yang semakin nyata.

Pembelajaran tentang perubahan iklim merupakan materi IPA pada kelas VII di Sekolah Menengah Pertama (SMP). Namun, seringkali siswa kelas VII mengalami kesulitan dalam memahami konsep ini secara menyeluruh. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, termasuk kurangnya materi yang memadai dalam pembelajaran, pendekatan pengajaran yang kurang interaktif, serta minimnya penggunaan media pembelajaran yang menarik dan relevan. Kurangnya pemaparan kasus

konkret atau studi kasus dalam proses pembelajaran juga dapat menjadi hambatan dalam pemahaman siswa terhadap topik ini. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk meningkatkan kualitas pengajaran dengan menerapkan pendekatan yang lebih efektif dan memanfaatkan berbagai media pembelajaran yang lebih menarik dan relevan.

Sebagai solusi atas kendala ini, diperlukan pendekatan pembelajaran yang lebih efektif dan memanfaatkan berbagai media pembelajaran yang menarik dan relevan. Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan adalah model pembelajaran PBL. Melalui PBL, siswa dilatih untuk mengatasi permasalahan lingkungan seperti meningkatnya kadar CO₂ dengan tujuan mendapatkan solusi terkait mitigasi perubahan iklim. Sedangkan, website interaktif *SustainEarth* menjadi alat yang menyediakan berbagai sumber ajar yang relevan, seperti materi, *e-book*, video, gambar, LKPD, kuis, dan RPP. Dengan berkolaborasi dengan *SustainEarth*, siswa mandiri dalam memecahkan masalah perubahan iklim dan mengembangkan pemahaman yang lebih baik tentang topik tersebut. Selain itu, pendekatan ini juga berpotensi melatih kemampuan literasi sustainabilitas siswa yang menjadi landasan kesadaran lingkungan berkelanjutan.

2.2 Penelitian yang Relevan

Penelitian terdahulu yang hasilnya relevan dapat menjadi pembanding atau tolak ukur untuk diadakannya pembaharuan dalam penelitian. Penelitian ini dilakukan dengan mempertimbangkan hasil temuan studi atau penelitian terdahulu yang mendukung keabsahan penelitian ini yang berjudul “Pengaruh *Problem-based Learning* Berbantuan Website Interaktif dalam Meningkatkan Literasi Sustainabilitas Siswa SMP pada Materi Perubahan Iklim.” Adapun penelitian yang relevan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Penelitian yang Relevan

No (1)	Nama/Tahun (2)	Judul (3)	Hasil Penelitian (4)
1	Ayu, M., Aghniya, S. M., Nofri, B. A., Indriasari, R. 2023.	Penerapan <i>Project-Based Learning</i> pada Topik Pengelolaan Sampah untuk Meningkatkan <i>Sustainability Literacy</i> Siswa Terdampak Gempa Bumi.	Model pembelajaran <i>Project-Based Learning</i> dapat meningkatkan <i>sustainability literacy</i> siswa. Dibuktikan dengan meningkatnya kemampuan <i>sustainability literacy</i> pada aspek pengetahuan dan keterampilan, di mana pada performa siswa diperoleh nilai 100 dan kemampuan presentasi diperoleh nilai 87,5. Oleh karena itu model pembelajaran ini efektif digunakan.
2	Suryana, T. G. S., Muslim., Amsor. 2017.	Pengaruh Model Pembelajaran <i>Problem Based Learning</i> (PBL) Berbantuan Aplikasi Berbasis Website <i>Wordwall.Net</i> dan <i>e-LKPD Wizer.Me</i> Terhadap Motivasi Belajar Siswa.	Model pembelajaran berbasis masalah berbantuan web dapat meningkatkan literasi energi siswa. Dibuktikan dengan hasil <i>N-gain</i> peningkatan literasi energi untuk aspek kognitif berada pada kategori sedang, yaitu meningkat sebesar 0,52. Kemudian literasi energi untuk aspek perilaku dan sikap memenuhi kriteria sedang hingga sangat tinggi. Oleh karena itu, model pembelajaran ini efektif digunakan.
3		Subagja, L. B. 2022.	Model <i>Problem Based Learning</i> berbantuan aplikasi berbasis website <i>Wordwall.Net</i> dan <i>e-LKPD Wizer.Me</i> dapat meningkatkan motivasi belajar siswa. Dibuktikan dengan sampel penelitian hampir seluruhnya berhasil mencapai KKM. Di mana

(1)	(2)	(3)	(4)
			16 siswa (52% dalam kategori sangat baik), 11 siswa (36% dalam kategori baik), 3 siswa (9,6% dalam kategori cukup), dan 1 siswa (3,2% yang tidak berhasil mencapai KKM). Oleh karena itu, model pembelajaran ini efektif digunakan.

Penelitian yang relevan tersebut menunjukkan bahwa masih sedikit penelitian tentang model PBL terhadap peningkatan literasi sustainabilitas siswa. Oleh karena itu, kebaruan dari penelitian ini adalah penggunaan PBL berbantuan website interaktif terhadap peningkatan literasi sustainabilitas siswa pada materi perubahan iklim.

2.3 Kerangka Pemikiran

Selama ini, pembelajaran perubahan iklim hanya menitikberatkan pada peningkatan pengetahuan saja, tanpa menekankan pengembangan literasi sustainabilitas secara menyeluruh. Literasi sustainabilitas mencakup lebih dari sekadar pengetahuan saja, melainkan mencakup pengembangan keterampilan praktis dan pola pikir yang memungkinkan siswa untuk memahami, menganalisis, dan bertindak terhadap isu-isu keberlanjutan. Oleh karena itu, pendidikan tentang perubahan iklim perlu mencakup aspek-aspek tersebut agar siswa dapat menjadi agen perubahan yang efektif dalam menjaga keberlanjutan lingkungan.

Meskipun demikian, tingkat kemampuan literasi sustainabilitas siswa masih dikatakan rendah. Hal ini tercermin dari kurangnya pemahaman siswa terhadap isu-isu keberlanjutan, seperti kurangnya kesadaran akan pentingnya menjaga lingkungan dan kurangnya keterampilan untuk mencari solusi mitigasi yang komprehensif. Oleh karena itu, diperlukan

upaya lebih lanjut dalam meningkatkan literasi sustainabilitas siswa melalui pendekatan pembelajaran yang holistik dan praktis, yang mencakup pengetahuan, keterampilan, dan pola pikir yang sesuai dengan konsep keberlanjutan.

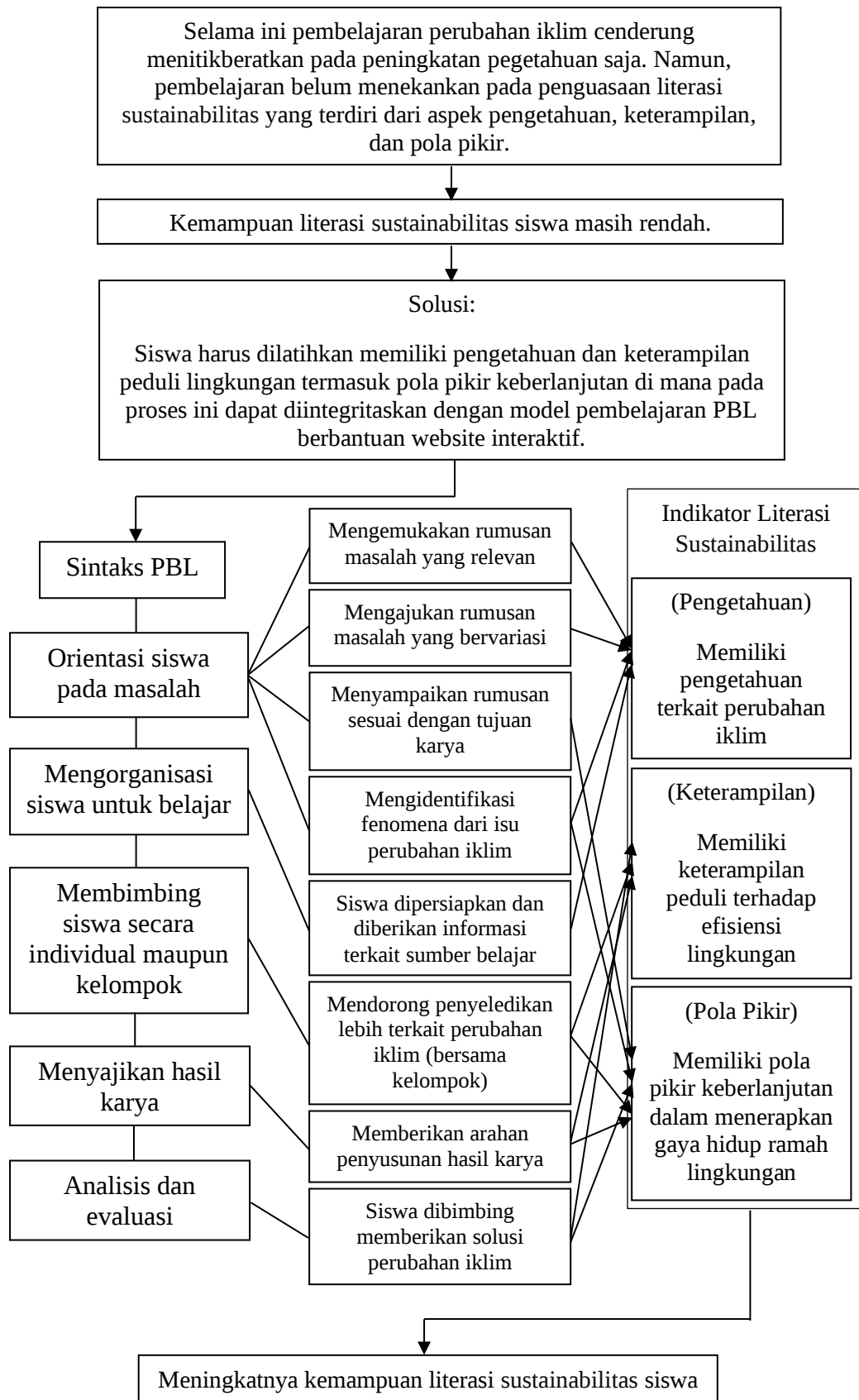
Sebagai solusi, untuk meningkatkan literasi sustainabilitas siswa, penelitian ini mengimplementasikan pembelajaran PBL yang terintegrasi dengan website interaktif. Pendekatan ini bertujuan untuk memperdalam pemahaman siswa tentang perubahan iklim, ekosistem global, dan pentingnya keberlanjutan. Melalui website interaktif, siswa dapat mengakses informasi tentang perubahan iklim dan inovasi terkait, serta diharapkan dapat mengambil langkah konkret dalam mengurangi dampak perubahan iklim baik secara individu maupun dalam kelompok. Pendekatan ini berpotensi mendukung pembentukan pemahaman dan tindakan siswa yang berkelanjutan dalam menghadapi tantangan lingkungan global.

Penerapan PBL berbantuan website interaktif berpotensi meningkatkan keterampilan literasi sustainabilitas siswa terkait dengan perubahan iklim. Melalui PBL, siswa memperoleh pemahaman tentang perilaku individu terhadap lingkungan dan dampak perubahan iklim, serta berkomitmen pada tindakan yang mendukung perubahan positif. Kolaborasi dalam kelompok dilatihkan juga dalam hal ini, memungkinkan siswa untuk bekerja sama secara efektif dalam menanggapi tantangan lingkungan. PBL berbantuan website interaktif memungkinkan siswa untuk memahami sistem secara menyeluruh dan mengidentifikasi upaya mitigasi serta adaptasi yang diperlukan dalam menghadapi perubahan iklim. Dengan mempertimbangkan dampak dari tindakan iklim dan mengembangkan sikap berkelanjutan, siswa dapat menjadi agen perubahan yang berpengaruh dalam menjaga keberlanjutan lingkungan.

Kemudian, PBL berbantuan website interaktif berpotensi meningkatkan pola pikir siswa terkait literasi sustainabilitas dalam menghadapi perubahan iklim. Melalui PBL, siswa dapat mengembangkan perlindungan

terhadap semua bentuk kehidupan yang terkena dampak perubahan iklim, serta menginternalisasi sikap adil dan berkelanjutan dalam bertindak terhadap perubahan tersebut. Dukungan dari website interaktif memungkinkan siswa untuk mengakses informasi yang relevan dan memperdalam keyakinan siswa dalam melakukan mitigasi terhadap dampak perubahan iklim. Selain itu, PBL juga mendorong siswa untuk berkomitmen secara aktif dalam mengatasi tantangan perubahan iklim, sehingga membentuk pola pikir yang proaktif dan berdaya dalam menjaga keberlanjutan lingkungan.

Penjelasan tentang penggunaan PBL berbantuan website interaktif di atas menunjukkan adanya potensi dalam meningkatkan kemampuan literasi sustainabilitas siswa. Adapun bagan kerangka pemikiran yang digunakan dalam penelitian ini, dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Kerangka Pemikiran

Berdasarkan bagan kerangka pemikiran yang terlihat pada Gambar 4, kegiatan siswa pada tahap pertama dimulai dengan memahami tujuan pembelajaran dan mengajukan pertanyaan tentang perubahan iklim. Pada tahap kedua siswa mengidentifikasi masalah dan menerima tugas belajar. Tahap ketiga, siswa terlibat dalam diskusi, menggali informasi, menerapkan konsep, serta mencari solusi masalah perubahan iklim. Pada tahap keempat, siswa merencanakan dan mempersiapkan karya. Kemudian, pada tahap kelima, siswa melakukan analisis dan evaluasi terhadap proses penyelesaian masalah perubahan iklim.

2.4 Anggapan Dasar

Berikut ini adalah anggapan dasar yang berasal dari kerangka teori dan kerangka pikir:

1. Kelas eksperimen dan kelas kontrol diajarkan materi yang sama yaitu materi perubahan iklim.
2. Kemampuan awal kelas eksperimen dan kelas kontrol sama.
3. Guru yang mengajar di kelas kontrol dan kelas eksperimen adalah guru yang sama.
4. Faktor-faktor eksternal penelitian diabaikan

2.5 Hipotesis

Berdasarkan kerangka teori dan kerangka pikir di atas, dapat dirumuskan hipotesis dari penelitian ini yaitu:

H_0 : Tidak ada perbedaan rata-rata literasi sustainabilitas siswa terhadap pembelajaran PBL berbantuan website interaktif pada materi perubahan iklim.

H_1 : Terdapat perbedaan rata-rata literasi sustainabilitas siswa terhadap pembelajaran PBL berbantuan website interaktif pada materi perubahan iklim.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada semester ganjil tahun ajaran 2024/2025 kelas VII di SMP Negeri 5 Bandar Lampung, Jl. Beo No.134, Tj. Agung Raya, Kec. Kedamaian, Kota Bandar Lampung 35218.

3.2 Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi penelitian ini diambil di kelas VII di SMP Negeri 5 Bandar Lampung pada semester ganjil tahun ajaran 2024/2025. Sampel penelitian ini diambil menggunakan teknik *purposive sampling* dengan dua kelas yang terdiri dari kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kriteria yang mendasari pengambilan sampel penelitian yaitu rata-rata hasil ujian semester genap yang tidak berbeda jauh antara dua kelas tersebut.

3.3 Variabel Penelitian

Penelitian ini menggunakan dua jenis variabel yang berbeda, yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas yaitu *problem-based learning* berbantuan website interaktif dan variabel terikatnya yaitu literasi sustainabilitas siswa.

3.4 Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen kuantitatif. Kelas eksperimen dan kelas kontrol adalah dua kelas yang digunakan sebagai sampel dalam penelitian ini dengan menggunakan teknik *purposive sampling*. Variabel penelitian ini adalah variabel bebas yaitu *problem-based learning* berbantuan website interaktif dan variabel terikatnya yaitu kemampuan literasi sustainabilitas siswa. Metode penelitian ini menggunakan *Quasi Eksperiment* dengan desain penelitiannya *Non-equivalent Control Group Design*, di mana kelas eksperimen menerima perlakuan khusus sementara kelas kontrol tidak mendapat perlakuan. Berikut ini, bentuk desain penelitian (Sugiyono, 2019) yang digunakan secara umum terlihat pada Tabel 5.

Tabel 5. *Non-equivalent Control Group Design*

Kelas	<i>Pretest</i>	Perlakuan	<i>Posttest</i>
Eksperimen	O ₁	X ₁	O ₂
Kontrol	O ₃	X ₂	O ₄

(Sugiyono, 2019)

Keterangan:

O₁ : *Pretest* kelas eksperimen

O₂ : *Posttest* kelas eksperimen

O₃ : *Pretest* kelas kontrol

O₄ : *Posttest* kelas kontrol

X₁ : Pembelajaran dengan model PBL berbantuan website interaktif

X₂ : Pembelajaran dengan model *Direct Instruction*

3.5 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Prosedur pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan beberapa tahap, yaitu sebagai berikut.

1. Tahap awal

Pada tahap ini, kegiatan yang dilakukan adalah.

- a. Peneliti mengurus surat permohonan izin untuk melakukan observasi di sekolah.
 - b. Peneliti melakukan observasi di SMP Negeri 5 Bandar Lampung, SMP Gajah Mada Bandar Lampung, SMP Negeri 27 Bandar Lampung, dan SMP Negeri 34 Bandar Lampung dengan mewawancarai guru IPA untuk mengetahui tantangan dan hambatan yang dihadapi saat pembelajaran IPA khususnya topik perubahan iklim dan untuk mengetahui tingkat literasi sustainabilitas siswa.
 - c. Peneliti memilih sampel penelitian.
 - d. Peneliti mengkaji literatur mengenai topik-topik dalam penelitian.
 - e. Peneliti menyusun modul ajar dan instrumen yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian.
 - f. Peneliti membuat surat permohonan izin untuk melakukan penelitian di SMP Negeri 5 Bandar Lampung.
2. Tahap pelaksanaan

Adapun tahap pelaksanaan yang akan dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Tahap Pelaksanaan di Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen.

No (1)	Kelas Eksperimen (2)
1	Memberikan <i>pretest</i> kepada siswa untuk mengukur kemampuan awal literasi sustainabilitas.
2	Implementasi model PBL berbantuan website interaktif. Fase 1 <i>Orient students to the problem</i> (Siswa memahami tujuan pembelajaran dan mengajukan pertanyaan terkait pemahaman mereka tentang perubahan iklim melalui eksplorasi, diskusi kelompok, dan penggunaan sumber belajar digital yaitu website <i>SustainEarth</i> untuk mendalami topik secara kolaboratif). Fase 2 <i>Organizing students to learn</i> (Siswa mengidentifikasi masalah dan siap menerima tugas belajar melalui partisipasi dalam aktivitas kuis dan pengerjaan

(1)	(2)
	LKPD pada materi perubahan iklim). Fase 3 <i>Guiding students individually and in groups</i> (Siswa secara aktif terlibat dalam diskusi, menggali informasi, menerapkan konsep yang relevan dalam percobaan, dan berupaya mencari penjelasan serta solusi terhadap permasalahan perubahan iklim). Fase 4 <i>Create and make available work</i> (Siswa melakukan perencanaan dan mempersiapkan karya, seperti laporan, video, atau model) Fase 5 <i>Analysis and evaluation</i> (Siswa melakukan analisis dan evaluasi terhadap proses penyelesaian permasalahan terkait perubahan iklim).
3	Memberikan <i>posttest</i> kepada siswa untuk mengetahui peningkatan literasi sustainabilitas setelah diberi perlakuan khusus

Pada kelas kontrol, model pembelajaran yang diadopsi adalah model *Direct Instruction*. Tahapan awal pembelajaran dimulai dengan pemberian *pretest* menilai kemampuan awal literasi sustainabilitas siswa. Kemudian, guru menyampaikan tujuan pembelajaran kepada siswa dan memberikan gambaran yang jelas tentang apa yang akan dicapai dalam proses pembelajaran tersebut. Materi pembelajaran kemudian dijelaskan secara rinci oleh guru, memastikan bahwa setiap siswa memahami konsep yang diajarkan. Siswa diberi tugas terstruktur untuk dikerjakan, yang dirancang untuk mengaplikasikan pemahaman mereka dalam konteks yang relevan. Pada tahap analisis dan evaluasi siswa memeriksa pemahaman mereka sendiri yang dibimbing oleh guru. Setelah seluruh tahapan pembelajaran selesai, dilakukan *posttest* untuk mengevaluasi peningkatan kemampuan literasi sustainabilitas siswa.

3. Tahap akhir

Pada tahap akhir, kegiatan yang dilakukan adalah.

- a. Mengolah data siswa dari hasil *pretest* dan *posttest* serta data instrumen tambahan yang mendukung.

- b. Menganalisis data dari instrumen tes baik sebelum dan sesudah diberi perlakuan untuk melihat apakah ada peningkatan literasi sustainabilitas siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol.
- c. Menarik kesimpulan dari hasil analisis data, kemudian menyusun laporan penelitian.

3.6 Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah instrumen literasi sustainabilitas yang dikembangkan oleh (Oriska, 2024). Instrumen literasi sustainabilitas bertujuan untuk mengukur literasi sustainabilitas siswa pada pembelajaran perubahan iklim. Instrumen literasi sustainabilitas terdiri dari soal pilihan ganda sejumlah 16 soal yang mengukur aspek pengetahuan dan keterampilan, serta soal skala likert sejumlah 8 soal yang mengukur aspek pola pikir. Instrumen literasi sustainabilitas digunakan pada saat pengambilan data *pretest* dan *posttest* untuk melihat peningkatan literasi sustainabilitas siswa selama proses pembelajaran.

3.7 Analisis Instrumen Penelitian

Sebelum instrumen literasi sustainabilitas digunakan pada sampel penelitian, instrumen tersebut perlu dianalisis terlebih dahulu untuk memastikan validitas dan reliabilitasnya. Analisis instrumen ini menggunakan program *IBM SPSS Statistics 25*.

3.7.1 Uji Validitas Instrumen

Penelitian ini menggunakan uji validitas untuk menilai apakah instrumen yang digunakan dalam penelitian ini valid atau tidak. Hasil data instrumen yang valid selanjutnya akan digunakan pada *pretest* dan *posttest* pada penelitian. Validitas instrumen ini diuji menggunakan program *IBM SPSS Statistics 25* dengan metode *pearson correlation*, di

mana koefisien korelasi antara skor setiap butir pertanyaan dengan skor total butir dalam instrumen tersebut dianalisis. Kriteria yang digunakan dalam pengujian ini adalah jika korelasi antara butir pertanyaan dengan skor total (*correlated item-total correlation*) lebih dari 0,3, maka instrumen tersebut dianggap valid. Sebaliknya, jika korelasi tersebut kurang dari 0,3, maka instrumen dinyatakan tidak valid. Jika nilai $r_{hitung} \geq r_{tabel}$ pada taraf signifikan ($\alpha = 0,05$), maka koefisien korelasinya dianggap signifikan (Arikunto, 2012). Berikut ini kriteria koefisien validitas pada Tabel 7.

Tabel 7. Interpretasi Koefisien Korelasi

Angka Korelasi	Keterangan
< 0,20	Sangat Rendah
0,21 – 0,39	Rendah
0,40 – 0,59	Sedang
0,60 – 0,79	Tinggi
0,80 – 1,00	Sangat Tinggi

(Arikunto, 2012)

Berikut hasil uji validitas instrumen yang digunakan untuk mengukur kemampuan literasi sustainabilitas pada *pretest* dan *posttest*. Hasil validitas instrumen untuk aspek pengetahuan disajikan dalam Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Uji Validitas Aspek Pengetahuan

(Gambar validitas instrumen aspek pengetahuan pada Lampiran 15)

No Soal	Pearson Correlation	Keterangan
1	0,672	Valid
2	0,638	Valid
3	0,705	Valid
4	0,580	Valid
5	0,625	Valid
6	0,603	Valid
7	0,629	Valid
8	0,644	Valid
9	0,612	Valid
10	0,661	Valid

Hasil pengujian validitas instrumen untuk mengukur aspek keterampilan dapat dilihat hasilnya pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Uji Validitas Aspek Keterampilan

(Gambar validitas instrumen aspek keterampilan pada Lampiran 15)

No Soal	<i>Pearson Correlation</i>	Keterangan
11	0,769	Valid
12	0,734	Valid
13	0,749	Valid
14	0,616	Valid
15	0,781	Valid
16	0,716	Valid

Hasil pengujian validitas instrumen untuk mengukur aspek pola pikir dapat dilihat hasilnya pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Uji Validitas Aspek Pola Pikir

(Gambar validitas instrumen aspek pola pikir pada Lampiran 15)

No Soal	<i>Pearson Correlation</i>	Keterangan
17	0,706	Valid
18	0,685	Valid
19	0,714	Valid
20	0,587	Valid
21	0,464	Valid
22	0,676	Valid
23	0,428	Valid
24	0,461	Valid

Berdasarkan hasil uji validitas instrumen literasi sustainability menunjukkan bahwa 24 butir soal pada aspek pengetahuan, keterampilan, dan pola pikir dinyatakan valid semua dengan nilai *pearson correlation* > 0,3.

3.7.2 Uji Reliabilitas Instrumen

Suatu instrumen dianggap reliabel jika mampu memberikan data yang konsisten saat digunakan untuk menguji objek yang sama dalam beberapa

kali pengujian. Uji reliabilitas berfungsi untuk menunjukkan tingkat kepercayaan terhadap alat ukur yang digunakan. Uji reliabilitas sangat penting dilakukan guna memastikan data yang dikumpulkan sesuai dengan tujuan pengukuran. Metode *Cronbach's Alpha* digunakan dalam pengujian reliabilitas instrumen ini. Berikut klasifikasi efisiensi reliabilitas dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Klasifikasi Efisiensi Reliabilitas

Nilai <i>Alpha Cronbach's</i>	Keterangan
0,81 – 1,00	Sangat Reliabel
0,61 – 0,80	Reliabel
0,41 – 0,60	Cukup Reliabel
0,21 – 0,40	Sedikit Reliabel
0,00 – 0,20	Kurang Reliabel

(Arikunto, 2010)

Berikut hasil uji reliabilitas instrumen yang digunakan untuk mengukur kemampuan literasi sustainabilitas pada *pretest* dan *posttest*. Hasil reliabilitas instrumen untuk aspek pengetahuan disajikan dalam Tabel 12.

Tabel 12. Hasil Uji Reliabilitas Aspek Pengetahuan

(Gambar reliabilitas aspek pengetahuan pada Lampiran 16)

<i>Reliability Statistics</i>	
<i>Cronbach's Alpha</i>	<i>N of Items</i>
0,834	10

Hasil pengujian reliabilitas instrumen untuk mengukur aspek keterampilan dapat dilihat hasilnya pada Tabel 13.

Tabel 13. Hasil Uji Reliabilitas Aspek Keterampilan

(Gambar reliabilitas aspek keterampilan pada Lampiran 16)

<i>Reliability Statistics</i>	
<i>Cronbach's Alpha</i>	<i>N of Items</i>
0,823	6

Hasil pengujian reliabilitas instrumen untuk mengukur aspek pola pikir dapat dilihat hasilnya pada Tabel 14.

Tabel 14. Hasil Uji Reliabilitas Aspek Pola Pikir
(Gambar reliabilitas aspek pola pikir pada Lampiran 16)

<i>Reliability Statistics</i>	
<i>Cronbach's Alpha</i>	<i>N of Items</i>
0,725	8

Berdasarkan hasil uji reliabilitas menunjukkan bahwa instrumen literasi sustainabilitas pada aspek pengetahuan, keterampilan, dan pola pikir pada 24 soal dinyatakan reliabel semua dengan nilai *Cronbach's Alpha* > 0,60.

3.8 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan tes yang terdiri atas pilihan ganda dan skala likert. Tes tersebut bertujuan untuk mengukur kemampuan literasi sustainabilitas siswa pada materi perubahan iklim. Pelaksanaan tes dilakukan dua kali, yaitu *pretest* sebelum pembelajaran dimulai dan *posttest* setelah pembelajaran selesai. Tes ini diberikan kepada seluruh siswa di kelas eksperimen dan kelas kontrol untuk membandingkan hasil pembelajaran di kedua kelas.

3.9 Teknik Analisis Data

3.9.1 Uji *N-gain*

Tujuan dari uji *N-gain* adalah untuk membandingkan variasi data antara hasil tes yang diperoleh saat *pretest* dan *posttest*. Hasil *pretest* dan *posttest* kemudian dinormalisasikan menggunakan uji *N-gain* untuk mengetahui selisih jumlah kuantitatif antara *pretest* dan *posttest*. Analisis hasil tes ini membantu peneliti mengetahui peningkatan literasi sustainabilitas siswa. Berikut ini rumus yang digunakan untuk uji *N-gain*.

$$N - Gain = \frac{Posttest\ Score - Pretest\ Score}{Maximum\ Score - Pretest\ Score}$$

Adapun kategori nilai *N-gain* menurut Meltzer, (2002), ditampilkan pada Tabel 15.

Tabel 15. Kategori Nilai *N-gain*

Nilai <i>N-gain</i>	Kategori
$N-gain > 0,70$	Tinggi
$0,3 \leq N-gain \leq 0,7$	Sedang
$N-gain < 0,3$	Rendah

(Meltzer, 2002)

3.9.2 Uji Normalitas

Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui apakah data yang diperoleh apakah berdistribusi normal atau tidak berdistribusi normal. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov Z* (KS-Z). Data dianggap berdistribusi normal apabila nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 (Priyatno, 2016). Setelah data penelitian diuji *N-gain* skornya, selanjutnya data penelitian tersebut diuji normalitasnya dan diketahui bahwa hanya aspek pola pikir saja yang berdistribusi normal. Oleh karena itu, maka hanya aspek pola pikir saja yang dapat lanjut di uji homogenitas dan hipotesis dengan *independent sample t-test*.

Hipotesis pengujian

H_0 : Populasi diambil dari data yang terdistribusi secara normal

H_1 : Populasi diambil dari data yang tidak terdistribusi secara normal

Dasar pengambilan Keputusan

a. Jika nilai Sig. atau nilai signifikansi $> 0,05$ maka H_0 diterima.

b. Jika nilai Sig. atau nilai signifikansi $\leq 0,05$ maka H_0 ditolak.

(Koroh dan Ly, 2020)

3.9.3 Uji Homogenitas

Uji homogenitas bertujuan untuk menentukan apakah variasi populasi dari data yang diperoleh sama atau berbeda. Metode *levene test* digunakan untuk uji homogenitas dengan bantuan *IBM SPSS Statistics* 25. Variasi dari dua atau lebih kelompok data dikatakan sama jika angka signifikansinya lebih dari 0,05. Data penelitian ini yang berdistribusi normal adalah aspek pola pikir. Sehingga yang dapat lanjut pengujian homogenitas hanya aspek pola pikir saja. Oleh karena itu, hanya aspek pola pikir saja yang dapat dianalisis hipotesisnya dengan pengujian *independent sample t-test*.

Hipotesis pengujian:

H_0 : Kedua kelompok data memiliki variansi yang sama.

H_1 : Kedua kelompok data memiliki variansi yang tidak sama.

Dasar pengambilan keputusan:

- a. Jika nilai Sig. atau nilai signifikansi $> 0,05$ maka H_0 diterima.
- b. Jika nilai Sig. atau nilai signifikansi $\leq 0,05$ maka H_0 ditolak.

3.10 Pengujian Hipotesis

3.10.1 *Independent Sample T-Test*

Uji *independent sample t-test* pada penelitian ini digunakan untuk membandingkan rata-rata dua kelompok data dan menentukan apakah terdapat perbedaan yang signifikan pada rata-rata data yang diperoleh. Syarat utama penggunaan uji ini adalah data harus berdistribusi normal dan memenuhi asumsi homogenitas varians. Dalam penelitian ini, hasil analisis menunjukkan bahwa hanya aspek pola pikir yang berdistribusi normal dan homogen. Oleh karena itu, analisis menggunakan uji *independent sample t-test* hanya dapat dilakukan pada aspek pola pikir

saja. Analisis data pada penelitian ini dilakukan menggunakan program IBM SPSS *Statistics* 25 untuk mengidentifikasi kelas yang memiliki rata-rata *N-gain* lebih tinggi.

Ketentuan uji hipotesis yang dilakukan.

H_0 : Tidak ada pengaruh di kelas eksperimen dan kelas kontrol dalam peningkatan *N-gain* literasi sustainabilitas siswa setelah menggunakan model PBL berbantuan website interaktif pada materi perubahan iklim.

H_1 : Terdapat pengaruh di kelas eksperimen dan kelas kontrol dalam peningkatan *N-gain* literasi sustainabilitas siswa setelah menggunakan model PBL berbantuan website interaktif pada materi perubahan iklim.

Dasar pengambilan keputusan yang dilakukan.

- a. Jika nilai Sig. atau nilai signifikansi $\geq 0,05$ maka H_0 diterima.
- b. Jika nilai Sig. atau nilai probabilitas $< 0,05$ maka H_0 ditolak.

(Cahyaningsih dan Ghufroon, 2016)

3.10.2 Uji Non Parametrik

Uji non parametrik merupakan pengujian yang digunakan ketika data tidak memenuhi asumsi distribusi normal dan homogenitas varians.

Dalam penelitian ini, literasi sustainabilitas siswa pada aspek pengetahuan dan aspek keterampilan diketahui tidak berdistribusi normal dan tidak homogen, sehingga hipotesis penelitian tidak bisa menggunakan uji *independent sample t-test* dan dilakukan menggunakan alternatif uji non parametrik *Mann-Whitney* dengan bantuan program IBM SPSS *Statistics* 25.

Adapun hipotesis pengujiannya:

H_0 : Tidak terdapat perbedaan signifikan antara kedua kelompok data

H_1 : Terdapat perbedaan signifikan antara kedua kelompok data.

Dasar pengambilan keputusan:

- a. Jika nilai Sig. atau signifikansi (*p-value*) $\geq 0,05$, maka H_0 diterima
- b. Jika nilai Sig. atau signifikansi (*p-value*) $< 0,05$, maka H_0 ditolak

3.10.3 Uji *Effect Size*

Pengujian data penelitian dengan menggunakan uji *effect size* adalah untuk mengukur hasil penelitian agar peneliti dapat mengetahui besarnya perbedaan atau pengaruh satu variabel terhadap variabel lainnya (Santoso, 2010). Penelitian ini menggunakan variabel bebas dan variabel terikat yang dijadikan tolak ukur penelitian. Berikut rumus yang digunakan dalam uji *effect size*.

$$d = \frac{Y_e - Y_c}{S_c}$$

Keterangan:

d = *Effect size*

Y_e = Nilai rata-rata perlakuan eksperimen

Y_c = Nilai rata-rata perlakuan kontrol

S_c = Simpangan baku kelompok pembanding

Adapun interpretasi nilai *effect size* menurut Cohen *et al.* (2007) ditampilkan pada Tabel 16.

Tabel 16. Interpretasi Nilai *effect size*

Nilai <i>Effect Size</i>	Interpretasi
$0,8 \leq d \leq 2,0$	Besar
$0,5 \leq d \leq 0,799$	Sedang
$0,2 \leq d \leq 0,499$	Kecil

(Cohen *et al.*, 2007)

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, *problem-based learning* berbantuan website interaktif terbukti efektif meningkatkan literasi sustainabilitas siswa kelas VII pada materi perubahan iklim di SMP Negeri 5 Bandar Lampung. Hasil uji hipotesis dengan uji *independent sample t-test* dan uji non parametrik menunjukkan adanya pengaruh signifikan terhadap peningkatan literasi sustainabilitas siswa. Nilai *effect size* yang diperoleh adalah 2,38 pada aspek pengetahuan, 1,72 pada aspek keterampilan, dan 1,72 pada aspek pola pikir, yang semuanya menunjukkan kategori besar. Maka dapat disimpulkan, pembelajaran menggunakan *problem-based learning* berbantuan website interaktif sangat efektif dalam meningkatkan literasi sustainabilitas siswa.

5.2 Saran

Adapun saran yang diberikan oleh peneliti, sebagai berikut.

1. Peneliti selanjutnya diharapkan dapat mengeksplorasi alternatif strategi lain untuk meningkatkan aspek literasi sustainabilitas yang belum optimal agar memperoleh hasil yang lebih baik.
2. Selain itu, peneliti selanjutnya disarankan untuk mengoptimalkan pengelolaan waktu penelitian agar tidak melebihi jadwal yang telah ditetapkan, dengan mempertimbangkan kondisi dan situasi di sekolah.

DAFTAR PUSTAKA

- Aasar, M. E., Shafik, Z., & Bakr, D. A. 2024. Outdoor learning environment as a teaching tool for integrating education for sustainable development in kindergarten, Egypt. *Ain Shams Engineering Journal*, 15(4), 14–22.
- Ainah, S. N., & Permadi, A. S. 2023. Upaya Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik dalam Mata Pelajaran Simulasi dan Komunikasi Digital Menggunakan Model Problem Based Learning Berbantuan Media Pembelajaran Si-Bajakah Efforts to Improve Student Learning Outcomes in Digital Simulation and Co. *Martyvel: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 1(1), 1–7.
- Alam, A., & Mohanty, A. 2023. Educational technology: Exploring the convergence of technology and pedagogy through mobility, interactivity, AI, and learning tools. *Cogent Engineering*, 10(2), 12–37.
- Ardianti, R., Sujarwanto, E., & Surahman, E. 2022. Problem-based Learning: Apa dan Bagaimana. *Diffraction*, 3(1), 27–35.
- Arends, R. I. 2012. *Learning to Teach (Ninth)*. New York: Library of Congress Cataloging, 554 hlm.
- Arikunto, S. 2010. *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta, 413 hlm.
- Arikunto, S. 2012. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Rineka Cipta, 108 hlm.
- Atikkotunnajiah. 2024. *Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Problem-based Learning pada Materi Perubahan Iklim Untuk Meningkatkan Sustainability Literacy Bagi Siswa SMP*. (Belum Terpublish Laporan Penelitian) Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Lampung.
- Ayu, M., Aghniya, S. M., Nofri, B. A., & Indriasari, R. 2023. Penerapan Project-Based Learning pada Topik Pengelolaan Application of Project-Based Learning on the Topic of Waste Management to Increase Sustainability Literacy for Students. *Edutech: Jurnal Teknologi Pendidikan*, 8(1), 61–70.

- Ayunda, S. N., Lufri, L., & Alberida, H. 2023. Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Berbantuan LKPD terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Journal on Education*, 5(2), 9–13.
- Baldwin, C., Pickering, G., & Dale, G. 2022. Knowledge and self-efficacy of youth to take action on climate change. *Environmental Education Research*, 29(11), 4–18.
- Bhira, N. I., Suana, W., & Rinaldi, D. 2024. Pengembangan E-Book Interaktif Berbantuan Heyzine Pada Materi Perubahan Iklim Untuk Meningkatkan Sustainability Literacy Bagi Siswa SMP. *Jurnal Inovasi Pendidikan Sains (JIPS)*, 5(2), 80–88.
- Bitire, B. B. 2023. Appraisal of climate change mitigation and adaptation regulatory frameworks in Ethiopia and their congruency with the UN climate change convention. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, 15(5), 2–6.
- Brandt, J. O., Barth, M., Merritt, E., & Hale, A. 2021. A matter of connection: The 4 Cs of learning in pre-service teacher education for sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 27(9), 2-26.
- Buerkle, A., O'Dell, A., Matharu, H., Buerkle, L., & Ferreira, P. 2023. Recommendations to align higher education teaching with the UN sustainability goals – A scoping survey. *International Journal of Educational Research Open*, 5(23), 3-20.
- Cahyaningsih, U., & Ghufro, A. 2016. Pengaruh Penggunaan Model Problem-Based Learning Terhadap Karakter Kreatif Dan Berpikir Kritis Dalam Pembelajaran Matematika. *Jurnal Pendidikan Karakter*, 7(1), 4–12.
- CCPI. 2024. Climate Performance Ranking 2024. United Nations. Diakses pada 4 April 2024 dari [hlm. https://ccpi.org/country/idn/](https://ccpi.org/country/idn/)
- Chueh, H. E., & Kao, C. Y. 2024. Exploring the impact of integrating problem based learning and agile in the classroom on enhancing professional competence. *International Journal of Educational Research*, 10(3), 3-14.
- Cincera, J., Kroufek, R., & Bogner, F. X. 2023. The perceived effect of environmental and sustainability education on environmental literacy of Czech teenagers. *Environmental Education Research*, 29(9), 16–23.
- Cohen, L., Lawrence, M. K. 2007. *Research Methods in Education (6th ed.)*. Routledge Falmer. 520 hlm.
- Damayanti, F. A., & Surjanti, J. 2022. Penerapan Model PBL dengan Konteks ESD dalam Meningkatkan Hasil Belajar dan Sustainability Awareness Peserta Didik Farida. *Buana Pendidikan*, 18(1), 3–13.

- Darussalam, A. 2015. Pengembangan media pembelajaran berbasis web interaktif (blog) untuk meningkatkan motivasi belajar pada mata pelajaran pemasaran online sub kompetensi dasar merancang website (studi pada siswa kelas X Tata Niaga SMK Negeri 2 Nganjuk). *Jurnal Pendidikan Tata Niaga (JPTN)*, 3(2), 1–7.
- Décamps, A., Barbat, G., Carteron, J. C., Hands, V., & Parkes, C. 2017. Sulitest: A collaborative initiative to support and assess sustainability literacy in higher education. *International Journal of Management Education*, 15(2), 138–152.
- Demirci, S., Reid, A., Teksöz, G., & Sahin, E. 2024. Systems literacy: towards a conspectus and model for environmental and sustainability education. *Environmental Education Research*, 1(6), 16–36.
- Eneji, C. V. O., Onnoghen, N. U., Acha, J. O., & Diwa, J. B. 2020. Climate change awareness, environmental education and gender role burdens among rural farmers of Northern Cross River State, Nigeria. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, 13(5), 3–10.
- Ermenc, K. S., & Niemczyk, E. K. 2022. Education for Sustainable Development. *Sodobna Pedagogika/Journal of Contemporary Educational Studies*, 73(2), 4–19.
- Feldman, I. R., & LeVasseur, T. 2021. Guest editorial. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 22(5), 6–11.
- Field, E., Berger, P., Lee, D., Strutt, C., & Nguyen, A. T. 2023. Knowledge, urgency and agency: reflections on climate change education course outcomes. *Environmental Education Research*, 30(11), 12–44.
- Filho, W. L., Ayal, D. Y., Wall, T., Shiel, C., Paco, A., Pace, P., Mifsud, M., Salvia, A. L., Skouloudis, A., Moggi, S., LeVasseur, T., Antonio, G. V., Azeiteiro, U. M., Ioannis, N., & Kovaleva, M. 2023. An assessment of attitudes and perceptions of international university students on climate change. *Climate Risk Management*, 39(23), 7–26.
- Firdaus, A., Sugilar, H., & Aditya, A. H. Z. 2023. Teori Konstruktivisme dalam Membangun Kemampuan Berpikir Kritis. *Gunung Djati Conference Series*, 28(23), 30–38.
- Hadi, W., Rahmayanti, H., Habel, R. H., Jallaludin, A., Hanifah, I., & Widodo, M. S. 2023. Pemberdayaan Pengetahuan Masyarakat Dalam Isu Yapinuh Muara Gembong Bekasi. *Jurnal Universitas Negeri Jakarta*, 20(23), 52–57.
- Hidayatullah, & Setiawan, B. 2024. Empowering students' collaborative skills sustainability by utilizing problem-based learning as an instructional strategy in online learning. *Cogent Education*, 11(1), 4–15.

- Hills, T. 2007. Is constructivism risky? Social anxiety, classroom participation, competitive game play and constructivist preferences in teacher development. *Teacher Development*, 11(3), 6–15.
- Husna, H. 2023. Penerapan Model Pbl (Problem Based Learning) Pada Pendekatan Teori Konstruktivisme Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis. *Snhrp-5*, 20(22), 3–12.
- IPCC. 2007. IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007. United Nations. Diakses pada 17 Mei 2024 dari https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/faq-1-3.html
- IPCC. 2023. *Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (1st ed.)*. Swiss: Climate Change 2023 Synthesis Report, 118 hlm.
- Jillani, H., Chaudhry, M. N., & Zahid, H. 2022. Assessing sustainability cognizance in higher education institutions. *Current Research in Environmental Sustainability*, 4(22), 3-10.
- Kang, Y., & Lee, I. 2023. The Effect of Mixed Reality-based HoloPatient in Problem-based Learning Contexts. *Clinical Simulation in Nursing*, 82(23), 2-8.
- Koroh, T. R., & Ly, P. 2020. Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning dalam Pembelajaran Pendidikan Kewarganegaraan terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa. *Jurnal Kependidikan: Jurnal Hasil Penelitian Dan Kajian Kepustakaan Di Bidang Pendidikan, Pengajaran Dan Pembelajaran*, 6(1), 1-26.
- Kuehl, C., Sparks, A. C., Hodges, H., & Smith, E. R. A. N. 2021. The incoherence of sustainability literacy assessed with the Sulitest. *Nature Sustainability*, 4(6), 18–26.
- Kuehl, C., Sparks, A. C., Hodges, H., & Smith, E. R. A. N. 2023. Exploring sustainability literacy: developing and assessing a bottom-up measure of what students know about sustainability. *Frontiers in Sustainability*, 4(23), 13-21.
- Kumar, P., Sahani, J., Rawat, N., Debele, S., Tiwari, A., Emygdio, A. P. M., Abhijith, K. V., Kukadia, V., Holmes, K., & Pfautsch, S. 2023. Using empirical science education in schools to improve climate change literacy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 17(8), 13-22.
- Kurniahtunnisa, K., Fitrianingrum, A. M., & Manuel, M. Y. 2023. Analisis Kemampuan Komunikasi dan Kolaborasi Mahasiswa Pada Pembelajaran Problem Based Learning berbasis ESD Materi Metode Ilmiah. *SCIENING : Science Learning Journal*, 4(2), 5–11.

- Kusumawardani, N. N., Rusijono, R., & Dewi, U. 2022. Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa Dalam Memecahkan Masalah Matematika. *Jurnal Ilmiah Mandala Education*, 8(2), 5–15.
- Llach, M. C., & Bastida, M. L. 2022. Exploring innovative strategies in problem based learning to contribute to sustainable development: a case study. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 24(9), 7–19.
- LAPAN. 2002. *Laporan Perubahan Iklim*. Bandung: Pusat Antariksa, 137 hlm.
- Lauc, T., Jagodić, G. K., & Bistrović, J. 2020. Effects of multimedia instructional message on motivation and academic performance of elementary school students in Croatia. *International Journal of Instruction*, 13(4), 8–12.
- Laugi, S. 2018. Sistem Informasi berbasis Web dalam Penyelenggaraan Lembaga Pendidikan. *Shautut Tarbiyah*, 24(1), 1-9.
- Lee, A. 2023. The importance of cultivating awareness of environmental matters in science classrooms: A cross-regional study. *Australian Journal of Environmental Education*, 39(4), 12–22.
- Lestari, Ii., & Ardani, A. 2023. Efektivitas Model Problem Based Learning Berbantuan Slice Fraction Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Pada Soal Hots. *Jurnal Edukasi Dan Sains Matematika (JES-MAT)*, 9(2), 5–14.
- Listianah, S., Malihah, N., & Arifin, N. 2022. Problem-Based Learning Berbantuan Website Sway Melalui Whatsapp Group Dalam Pembelajaran Ipa. *JURNAL PAJAR (Pendidikan Dan Pengajaran)*, 6(2), 6-20.
- Liu, Y., & Pásztor, A. 2022. Effects of problem-based learning instructional intervention on critical thinking in higher education: A meta-analysis. *Thinking Skills and Creativity*, 45(22), 2-11.
- Martínez, A. A., Gómez, L. S., & Esparcia, C. A. 2024. Climate change literacy and commitment in Spanish university students. *Journal of Communication Management*, 28(1), 13–21.
- Masliah, L., Nirmala, S. D., & Sugilar, S. 2023. Keefektifan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) terhadap Kemampuan Literasi dan Numerasi Peserta Didik di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 7(1), 1–10.
- Mayer, R. E., & Moreno, R. M. 2003. Nine Ways to Reduce Cognitive Load in Multimedia Leaming. *Educational Psychologist: A Special Issue of Educational Psychologist*, 38(1), 43–52.
- Meiliyanthi, I. 2022. Pentingnya Penerapan Pembelajaran Berbasis Web Pada Wawasan Pendidikan Kejuruan. *EDUTECH : Jurnal Inovasi Pendidikan Berbantuan Teknologi*, 2(2), 1–8.

- Meltzer, D. E. 2002. Normalized Learning Gain: a Key Measure of Student Learning. Addendum to: The Relationship between Mathematics Preparation and Conceptual Learning Gains in Physics: A Possible “Hidden Variable” in Diagnostic Pretest Scores. *American Journal of Physics*, 70 (2), 12-59.
- Muflikhah, I. K. 2023. Implementasi Pbl Berorientasi Esd Dalam Meningkatkan Literasi Dan Sustainable Awareness Peserta Didik Madrasah Ibtidaiyah Soko Pekalongan. *AKSELERASI: Jurnal Pendidikan Guru MI*, 4(2), 5-13.
- Nguyen, L. T. V., Cleveland, D., Nguyen, C. T. M., & Joyce, C. 2024. Problem-based learning and the integration of sustainable development goals. *Journal of Work-Applied Management*, 16(2), 9–17.
- Ofremu, G. O., Raimi, B. Y., Yusuf, S. O., Dziwornu, B. A., Nnabuike, S. G., Eze, A. M., & Nnajofofor, C. A. 2024. Exploring the Relationship between Climate Change, Air Pollutants and Human Health: Impacts, Adaptation, and Mitigation Strategies. *Green Energy and Resources*, 10(24), 23-39.
- Oriska, R. 2024. *Pengembangan Instrumen Penilaian Sustainability Literacy Dengan Analisis Model Rasch Pada Materi Perubahan Iklim Bagi Siswa SMP*. (Belum Terpublish Laporan Penelitian) Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Lampung.
- Ozdemir, O. 2021. a Scale Development of the Sustainability Literacy. *Education, Sustainability & Society*, 4(2), 66–72.
- Paaske, D. M., Segura-Bonilla, O., & Hernandez-Milian, J. 2021. ESD for managers in the Danish lower secondary educational curriculum. *Journal of Work-Applied Management*, 13(1), 4–13.
- Pardi, G., Hienert, D., & Kammerer, Y. 2022. Examining the use of text and video resources during web-search based learning—a new methodological approach. *New Review of Hypermedia and Multimedia*, 28(2), 39–67.
- Parry, S., & Metzger, E. 2021. Barriers to Learning for Sustainability. *Reections from a British Science Teacher*, 10(21), 1–17.
- Pendidikan, J., & Mi, G. 2023. Implementasi pbl berorientasi esd dalam meningkatkan literasi dan sustainable awareness peserta didik madrasah ibtidaiyah soko pekalongan. *Jurnal Pendidikan Guru MI*, 4(1), 87-99
- Prasad, R. R., & Mkumbachi, R. L. 2021. University students’ perceptions of climate change: the case study of the University of the South Pacific-Fiji Islands. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, 13(5), 10-19.
- Priyatno, D. 2016. *Belajar Alat Analisis Data Dan Cara Pengolahannya Dengan SPSS*. Yogyakarta: Gava Media, hlm 144.

- Probst, L., Bardach, L., Kamusingize, D., Templer, N., Ogwali, H., Owamani, A., Mulumba, L., Onwonga, R., & Adugna, B. T. 2019. A transformative university learning experience contributes to sustainability attitudes, skills and agency. *Journal of Cleaner Production*, 23(2), 4–9.
- Qureshi, S. M. Q. 2020. Learning by sustainable living to improve sustainability literacy. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 21(1), 10–18.
- Radhiyah, R. W., & Hariyono, E. 2022. Pemanfaatan Terrarium Sederhana dengan Model Problem Based Learning untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Perubahan Iklim. *Briliant: Jurnal Riset Dan Konseptual*, 7(2), 4-13.
- Rahat, R., Pradhananga, P., & Elzomor, M. 2022. a Problem-Based Learning Approach To Develop Minority Students' Sustainability Knowledge and Professional Skills. *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*, 1(2), 3-16.
- Rahmah, S. 2022. Teori Kognitivisme serta Aplikasi dalam Pembelajaran. *Jurnal Pendidikan Profesi Guru Madrasah*, 2(3), 77–95.
- Rizki, D. 2024. *Perancangan Website Interaktif Sebagai Platform Pendidikan Berkelanjutan Untuk Meningkatkan Sustainability Literacy Siswa*. (Belum Terpublish Laporan Penelitian) Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Lampung.
- Safitri, E., Wawan, Setiawan, A., & Darmayanti, R. 2023. Eksperimentasi Model Pembelajaran Problem Based Learning Berbantuan Kahoot Terhadap Kepercayaan Diri Dan Prestasi Belajar. *Jurnal Penelitian Tindakan Kelas*, 1(2), 57–61.
- Santoso, A. 2010. Studi deskriptif effect size penelitian-penelitian di fakultas psikologi universitas sanata dharma. *Jurnal Penelitian, Fakultas Psikologi Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta*, 1(4), 1-7.
- Sartika, S. B., Untari, R. S., Rezania, V., Rocmah, L. I. 2022. *Buku Ajar Belajar Dan Pembelajaran (1st ed.)*. Sidoarjo: UMSIDA Press, 214 hlm.
- Setiawan, R., Hakim, A., & Zulkarnaen, Z. 2022. Analisis Hasil Validitas Bahan Ajar Fisika Materi Perubahan Iklim Berbasis Web. *Jambura Physics Journal*, 4(2), 8–12.
- Shymansky, J. A. 1992. Using constructivist ideas to teach science teachers about constructivist ideas, or teachers are students too. *Journal of Science Teacher Education*, 3(2): 53–57.
- Silva, E., & Sá, A. A. 2018. Educational challenges in the Portuguese UNESCO Global Geoparks: contributing for the implementation of the SDG 4. *International Journal of Geoheritage and Parks*, 6(1), 95–106.

- Sorden, S. D. 2005. A cognitive approach to instructional design for multimedia learning. *Informing Science*, 8(5), 12–18.
- Subagja, L. B. 2022. Pengaruh model pembelajaran problem based learning (PBL) berbantuan aplikasi berbasis website wordwall.net dan e-LKPD wizer.e terhadap motivasi belajar siswa. *Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika*, 3(2), 2–10.
- Sugiyono. 2019. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D (3rd ed.)*. Bandung: Alfabeta, hlm 79.
- Suryana, T. G. S., Muslim, & Amsor. 2017. Penerapan model pembelajaran berbasis masalah berbantuan media web untuk meningkatkan literasi energi siswa SMP. *Seminar Nasional Fisika Dan Pembelajarannya*, 2(17), 65–74.
- Susanti, W. D. 2021. Efektivitas Website sebagai Media Pembelajaran Matematika Selama Masa Pembelajaran Daring The Effectiveness of Website as a Mathematics Learning Media During the Online Learning Period. *Edumatica: Jurnal Pendidikan Matematika*, 11(01), 73–83.
- Suyanto, A. H. 2009. *Step by Step Web Design Theory and Practices*. Yogyakarta: Andi Offset, 173 hlm.
- Takkinen, P., & Pulkki, J. 2023. Discovering earth and the missing masses-technologically informed education for a post-sustainable future. *Educational Philosophy and Theory*, 55(10), 4–12.
- UNDESA & UNFCCC. 2023. Synergy Solutions for a World in Crisis: Tackling Climate and SDG Action Together. United Nations. Diakses pada 15 April 2024 dari <https://sdgs.un.org/synergy-solutions-world-crisis-tackling-climate-and-sdg-action-together>
- UNESCO. 2007. *The UN Decade of Education for Sustainable Development (DESD 2005-2014) (2nd ed.)*. Paris: UNESCO, 401 hlm.
- Wihartanti, L. V., & Wibawa, R. P. 2017. Development of e-Learning Microsoft Sway as Innovation of Local Culture-Based Learning Media. *Dinamika Pendidikan*, 12(1), 53–60.
- Zhiyu, L. 2012. Study on the Cultivation of College Students' Science and Technology Innovative Ability in Electrotechnics Teaching Based on PBL Mode. *IERI Procedia*, 2(12), 2–6.
- Zuhrotunnisa, & Subekti, F. E. 2022. Implementasi Problem Based Learning Berbantuan Aplikasi Web Pada Materi Statistika. *Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, 5(4), 3–12.