

**EFEKTIVITAS MODEL *PROJECT BASED LEARNING* PADA
LITERASI SUSTAINABILITAS PESERTA DIDIK PADA
MATERI PERUBAHAN IKLIM**

(Skripsi)

Oleh

SOFI AULIYA RAHMAN

NPM 2113022024



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

ABSTRAK

EFEKTIVITAS MODEL *PROJECT BASED LEARNING* PADA LITERASI SUSTAINABILITAS PESERTA DIDIK PADA MATERI PERUBAHAN IKLIM

Oleh

SOFI AULIYA RAHMAN

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan efektivitas model *Project Based Learning* (PjBL) pada materi perubahan iklim terhadap literasi sustainabilitas peserta didik SMA. Sampel dalam penelitian ini adalah peserta didik kelas X.5 dan X.8 SMA Negeri 1 Gadingrejo Tahun ajaran 2024/2025. Pada penelitian ini, model PjBL digunakan pada kelas eksperimen dan model konvensional digunakan pada kelas kontrol. Desain penelitian yang digunakan adalah *quasi eksperimental* yaitu *non-equivalent control group design*. Teknik pengambilan data literasi sustainabilitas peserta didik menggunakan instrumen tes berupa 6 butir soal uraian dengan indikator literasi sustainabilitas. Analisis data pada penelitian ini menggunakan uji *man withney* dan uji *effect size*. Hasil penelitian menunjukkan nilai rata-rata *N-gain* kelas eksperimen sebesar 0,59 dengan kategori sedang dan nilai rata-rata *N-gain* pada kelas kontrol sebesar 0,27 dengan kategori rendah. Hasil uji beda rata-rata *N-gain* kelas eksperimen dan kelas kontrol menggunakan uji *man withney* menunjukkan perbedaan yang signifikan pada taraf kepercayaan 95% dan hasil uji *effect size* sebesar 2,39 yang menunjukkan pengaruh tinggi. Dapat disimpulkan pembelajaran dengan model PjBL efektif dalam meningkatkan literasi sustainabilitas peserta didik pada materi perubahan iklim.

Kata kunci: *Project Based Learning* (PjBL), Perubahan Iklim, Literasi Sustainabilitas.

ABSTRACT

EFFECTIVENESS OF PROJECT-BASED LEARNING MODEL ON STUDENTS SUSTAINABILITY LITERACY ON CLIMATE CHANGE MATERIAL

By

SOFI AULIYA RAHMAN

This study aims to describe the effectiveness of the Project Based Learning (PjBL) model on climate change material on the sustainability literacy of high school students. The samples in this study were students of class X.5 and X.8 SMA Negeri 1 Gadingrejo in the academic year 2024/2025. In this study, the PjBL model was used in the experimental class and the conventional model was used in the control class. The research design used was quasi-experimental, namely non-equivalent control group design. The technique of collecting data on students' sustainability literacy uses a test instrument in the form of 6 description questions with sustainability literacy indicators. Data analysis in this study used man withney test and effect size test. The results showed that the average N-gain value of the experimental class was 0.59 with a medium category and the average N-gain value in the control class was 0.27 with a low category. The results of the difference test of the average N-gain of the experimental class and the control class using the man withney test showed a significant difference at the 95% confidence level and the effect size test results were 2.39 which showed a high influence. It can be concluded that learning with the PjBL model is effective in increasing students' sustainability literacy on climate change material.

Keywords: Project Based Learning (PjBL), Climate Change, Sustainability Literacy.

**EFEKTIVITAS MODEL *PROJECT BASED LEARNING* PADA
LITERASI SUSTAINABILITAS PESERTA DIDIK PADA
MATERI PERUBAHAN IKLIM**

Oleh

Sofi Auliya Rahman

Skripsi

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

Pada

**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 Skirpai : **EFEKTIVITAS MODEL *PROJECT*
BASED LEARNING PADA LITERASI
SUSTAINABILITAS PESERTA DIDIK PADA
MATERI PERUBAHAN IKLIM**

Nama Mahasiswa : **Sofi Auliya Rahman**

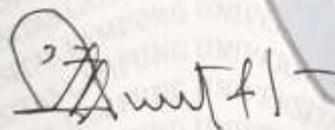
Nomor Pokok Mahasiswa : 2113022024

Program Studi : Pendidikan Fisika

Jurusan : Pendidikan MIPA

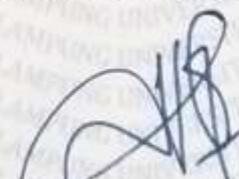
Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan




Dr. Kartini Herlina, M.Si.
NIP 19650616 199102 2 001


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

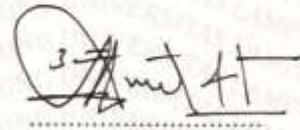
2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA


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

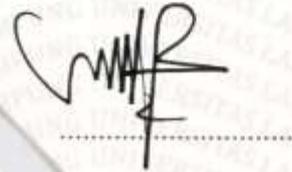
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

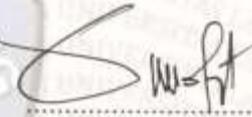
Ketua : **Dr. Kartini Herlina, M.Si.**



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



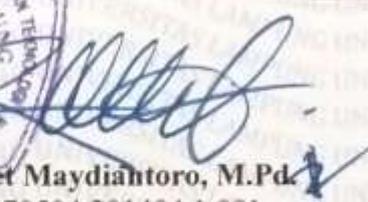
Penguji
Bukan Pembimbing : **Prof. Dr. Agus Suyatna, M.Si.**



2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Dr. Albet Maydiantoro, M.Pd.
NIP. 19870504 201404 1 001



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 05 Juni 2025

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : SOFI AULIYA RAHMAN
NPM : 2113022024
Program Studi : Pendidikan Fisika
Fakultas/Jurusan : KIP/Pendidikan MIPA
Alamat : Desa Tambahrejo, Kec. Gadingrejo, Kab.
Pringsewu, Prov. Lampung

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

Bandar Lampung, 05 Juni 2025

Yang Menyatakan,



Sofi Auliya Rahman

NPM 2113022024

RIWAYAT HIDUP

Penulis memiliki nama lengkap Sofi Auliya Rahman. Penulis dilahirkan di Tambahrejo pada tanggal 06 Desember 2002 sebagai anak kedua dari pasangan Bapak Rahman dan Ibu Junariyah.

Penulis mengawali pendidikan formal pada tahun 2007 di TK Roudlotul Jannah dan di selesaikan pada tahun 2009. Penulis melanjutkan pendidikan sekolah dasar di SD Negeri 2 Tambahrejo dan diselesaikan pada tahun 2015. Dilanjutkan dengan pendidikan sekolah menengah pertama di SMP Negeri 1 Gadingrejo dan diselesaikan pada tahun 2018. Penulis melanjutkan pendidikan sekolah menengah atas di SMA Negeri 1 Gadingrejo dan diselesaikan pada tahun 2021. Pada tahun 2021, penulis diterima sebagai mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika di Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Selama menjadi mahasiswa penulis menjadi anggota divisi Aliansi Mahasiswa Pendidikan Fisika (Almafika) dan menjabat sebagai Sekretaris Divi Dana dan Usaha periode kepengurusan 2022 – 2023. Penulis aktif mengikuti kepanitiaan dalam berbagai acara yang diadakan Almafika FKIP Unila. Tahun 2024 penulis mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Marga Agung, Kecamatan Jati Agung, Kabupaten Lampung Selatan dan Pengenalan Lapangan Persekolahan (PLP) tahun 2024 di SMK Bintang Nusantara, Kecamatan Jati Agung, Kabupaten Lampung Selatan.

MOTTO

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(Q.S Al Baqarah: 286)

“Jangan meremehkan orang lain saat dalam masa berproses, proses setiap orang tidak sama. Don't Judge”

(Sofi Auliya Rahman)

PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadirat Allah subhanahu wata'ala yang senantiasa memberikan limpahan rahmat-Nya dan semoga shalawat senantiasa tercurahkan kepada Rasulullah Muhammad sallallahu alaihi wasallam. Penulis mempersembahkan karya sederhana ini dengan kerendahan hati sebagai tanda bukti dan kasih sayang yang tulus kepada:

1. Orang tua tercinta, yaitu bapak Rahman dan ibu Junariyah yang telah banyak perjuangan selama ini. Terima kasih kepada kedua orang tua saya yang telah mengasahi, menyayangi, mencintai, dan mendidik saya, dan pastinya tak ada hentinya memberikan do'a terbaik untuk saya. Semoga Allah SWT. Senantiasa memberikan kesehatan dan umur panjang yang berkah hingga saya dapat membahagiakan kalian;
2. Kakak dan adik tercinta, Irfaan Ismulloh, S.Pd. dan Ammar Zhafran ArRahman yang telah mendukung saya dan mengisi hari-hari saya dengan kasih sayang dan penuh dengan suka cita;
3. Keluarga besar dari kedua orang tua;
4. Semua sahabat serta teman yang selalu menemani dan memberikan dukungan dalam perjuangan penulis.
5. Para pendidik yang telah memberikan ilmu, pengalaman serta membimbing penulis dengan tulus dan Iklas.
6. Keluarga besar Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Lampung;
7. Almamater tercinta, Universitas Lampung.

SANWACANA

Alhamdulillah puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT. Karena atas nikmat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Efektivitas Model *Project Based Learning* Pada Literasi Sustainabilitas Peserta Didik pada Materi Perubahan Iklim” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Fisika Universitas Lampung. Shalawat serta salam tak lupa disanjungkan kepada Nabi Muhammad SAW yang dinantikan syafaatnya di yaumul akhir kelak.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., 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 Universitas Lampung;
5. Dr. Kartini Herlina, M.Si., selaku pembimbing akademik sekaligus pembimbing I, atas kesediaan memberikan bimbingan, saran, kritik, dan semangat serta memotivasi kepada penulis selama proses penyusunan skripsi;
6. Dr. Viyanti, M.Pd., selaku pembimbing II, atas kesediaan memberikan bimbingan, saran, kritik, dan semangat, serta motivasi kepada penulis selama proses penyusunan skripsi;
7. Prof. Dr. Agus Suyatna, M.Si., selaku pembahas, atas kesediaan memberikan bimbingan, saran, kritik, dan semangat, serta motivasi kepada penulis selama proses penyusunan skripsi.

8. Wayan Suana, S.Pd., M.Si., selaku dosen yang juga membimbing saya dalam menyelesaikan proposal penelitian;
9. Bapak dan Ibu Dosen serta Staf Program Studi Pendidikan Fisika dan Jurusan Pendidikan MIPA Universitas Lampung;
10. Apriana Wiguna, M.Pd. selaku kepala sekolah SMA Negeri 1 Gadingrejo yang telah memberikan izin serta banyak bantuan selama penelitian berlangsung;
11. Jumiran, S.Pd. selaku waka kurikulum SMA Negeri 1 Gadingrejo yang telah memberikan izin serta banyak bantuan selama penelitian berlangsung;
12. Hanifah Nadia Elok Anita, S.Pd. selaku guru fisika kelas X SMA Negeri 1 Gadingrejo yang telah memberikan banyak bantuan, kerja sama, dan saran selama penelitian berlangsung;
13. Peserta didik kelas XI.11, X.5, dan X 8 SMA Negeri 1 Gadingrejo yang telah membantu lancarnya proses pembelajaran;
14. Teman baik penulis selama SMA sampai saat ini, Hanum, Zulfa, Adeliu, Lusi, Milly yang selalu memberikan semangat kepada penulis;
15. Teman baik penulis selama duduk di bangku kuliah, Aimatul Khasanah dan Khusnul Khotimah yang memberikan semangat dan motivasi kepada penulis, serta menjadi saksi perjuangan selama perkuliahan;
16. Teman seperjuangan pendidikan fisika angkatan 21, yang telah memberikan banyak kenangan selama perkuliahan kepada penulis.

Semoga semua amal kebaikan dan bantuan mendapatkan balasan dari Allah SWT. Serta semoga skripsi ini dapat bermanfaat. Aamiin.

Bandar Lampung, 05 Juni 2025

Penulis

Sofi Auliya Rahman

NPM 2113022024

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR LAMPIRAN	x
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	5
I. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Kerangka Teoretis.....	6
1.1.1 Teori Belajar Konstruktivisme	6
1.1.2 Teori Andragogi	7
1.1.3 <i>Project Based Learning</i> (PjBL).....	9
1.1.4 Literasi Sustainabilitas.....	11
2.1.5 Perubahan Iklim.....	13
2.2 Penelitian yang Relevan.....	15
2.3 Kerangka Pemikiran.....	17
2.4 Anggapan Dasar.....	22
2.5 Hipotesis Penelitian	22
III. METODE PENELITIAN.....	23
3.1 Populasi dan Sampel Penelitian	23
3.2 Variabel Penelitian.....	23
3.3 Desain Penelitian	23
3.4 Prosedur Pelaksanaan Penelitian.....	25
3.5 Instrumen Penelitian	26
3.6 Analisis Instrumen Penelitian	27
3.6.1 Uji Validitas.....	27
3.6.2 Uji Reliabilitas.....	28
3.7 Teknik Pengumpulan Data.....	29
3.8 Teknik Analisis Data.....	29
3.8.1 <i>N-Gain</i>	29
3.8.2 Uji Normalitas	30
3.9 Pengujian Hipotesi	31

3.9.1 Uji <i>Man Withney</i>	31
3.9.2 <i>Effect Size</i>	32
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Hasil	33
4.1.1 Data Hasil Penelitian	33
4.1.2 Hasil Uji Statistik Deskriptif	34
4.1.3 Uji Hipotesis	37
4.2 Pembahasan.....	39
V. KESIMPULAN DAN SARAN	96
5.1 Kesimpulan	96
5.2 Saran	96
DAFTAR PUSTAKA	97
LAMPIRAN.....	102

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Perbandingan Antara Model Pedagogi dan Andragogi.....	8
2. Tahapan Kegiatan <i>Project Based Learning</i>	11
3. Indikator Literasi Sustainabilitas.....	13
4. Penelitian Relevan.....	15
5. Desain Penelitian Kelas Eksperimen	24
6. Desain Penelitian Kelas Kontrol	24
7. Hasil Uji Validitas Instrumen Literasi Sustainabilitas	27
8. Kriteria Reliabilitas Instrumen	28
9. Hasil Uji Reliabilitas Instrumen Literasi Sustainabilitas	29
10. Kriteria Interpretasi <i>N-gain</i>	30
11. Interpretasi <i>Effect Size</i>	32
12. Data Hasil <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Literasi Sustainabilitas	34
13. Hasil Perhitungan <i>N-gain</i>	34
14. Hasil Perhitungan <i>N-Gain</i> Tiap Aspek	35
15. Hasil Perhitungan <i>N-Gain</i> Tiap Indikator	36
16. Hasil Uji Normalitas	37
17. Hasil Uji <i>Man Withney</i>	38
18. Hasil Uji <i>Effect Size</i>	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka Pemikiran.....	21
2. Grafik Hasil Rata-rata <i>N-Gain</i> Literasi Sustainabilitas.....	40
3. Grafik Ketercapaian Aspek Literasi Sustainabilitas	42
4. Contoh Jawaban <i>Pretest</i> Indikator 1, Menjelaskan Konsep Dasar Perubahan Iklim Peserta Didik A	44
5. Contoh Jawaban <i>Posttest</i> Indikator 1 Menjelaskan Konsep Dasar Perubahan Iklim Peserta Didik A	44
6. Contoh Jawaban <i>Pretest</i> Indikator 1 Menjelaskan Konsep Dasar Perubahan Iklim Peserta didik B	45
7. Contoh Jawaban <i>Posttest</i> Indikator 1 Menjelaskan Konsep Dasar Perubahan Iklim Peserta Didik B	46
8. Contoh Jawaban <i>Pretest</i> Indikator 1 Menjelaskan Konsep Dasar Perubahan Iklim Peserta Didik C.....	46
9. Contoh Jawaban <i>Posttest</i> Indikator 1 Menjelaskan Konsep Dasar Perubahan Iklim Peserta Didik C	47
10. Contoh Jawaban <i>Pretest</i> Indikator 2 Mengklasifikasi Penyebab Terjadinya Perubahan Iklim Peserta Didik A	48
11. Contoh Jawaban <i>Posttest</i> Indikator 2 Mengklasifikasi Penyebab Terjadinya Perubahan Iklim Peserta Didik A.....	48
12. Contoh Jawaban <i>Pretest</i> Indikator 2 Mengklasifikasi Penyebab Terjadinya Perubahan Iklim Peserta Didik B.....	49
13. Contoh Jawaban <i>Posttest</i> Indikator 2 Mengklasifikasi Penyebab Terjadinya Perubahan Iklim Peserta Didik B.....	50
14. Contoh Jawaban <i>Pretest</i> Indikator 2 Mengklasifikasi Penyebab Terjadinya Perubahan Iklim Peserta Didik C.....	50
15. Contoh Jawaban <i>Posttest</i> Indikator 2 Mengklasifikasi Penyebab Terjadinya Perubahan Iklim Peserta Didik C.....	51
16. Contoh Jawaban <i>Pretest</i> Indikator 3 Menganalisis Dampak Terjadinya Perubahan Iklim Peserta Didik A.....	52
17. Contoh Jawaban <i>Posttest</i> Indikator 3 Menganalisis Dampak Terjadinya Perubahan Iklim Peserta Didik A.....	52

18. Contoh Jawaban <i>Pretest</i> Indikator 3 Menganalisis Dampak Terjadinya Perubahan Iklim Peserta Didik B	53
19. Contoh Jawaban <i>Posttest</i> Indikator 3 Menganalisis Dampak Terjadinya Perubahan Iklim Peserta Didik B	54
20. Contoh Jawaban <i>Pretest</i> Indikator 3 Menganalisis Dampak Terjadinya Perubahan Iklim Peserta Didik C	55
21. Contoh Jawaban <i>Posttest</i> Indikator 3 Menganalisis Dampak Terjadinya Perubahan Iklim Peserta Didik C	55
22. Contoh Jawaban <i>Pretest</i> Indikator 4 Menganalisis Penyebab Terjadinya Perubahan Iklim Peserta Didik A	56
23. Contoh Jawaban <i>Posttest</i> Indikator 4 Menganalisis Penyebab Terjadinya Perubahan Iklim Peserta Didik A	57
24. Contoh Jawaban <i>Pretest</i> Indikator 4 Menganalisis Penyebab Terjadinya Perubahan Iklim Peserta Didik B	57
25. Contoh Jawaban <i>Posttest</i> Indikator 4 Menganalisis Penyebab Terjadinya Perubahan Iklim Peserta Didik B	58
26. Contoh Jawaban <i>Pretest</i> Indikator 4 Menganalisis Penyebab Terjadinya Perubahan Iklim Peserta Didik C	59
27. Contoh Jawaban <i>Posttest</i> Indikator 4 Menganalisis Penyebab Terjadinya Perubahan Iklim Peserta Didik C	59
28. Fenomena yang Mendukung Kegiatan Fase 1 Mengajukan Pertanyaan Mendasar	60
29. Kegiatan yang Mendukung Peningkatan Aspek Pengetahuan Literasi Susutainabilitas pada LKPD Fase 1 Mengajukan Pertanyaan Mendasar	61
30. Kegiatan Mencari Informasi dan Mengerjakan LKPD Fase 1 Mengajukan Pertanyaan Mendasar	62
31. Contoh Jawaban <i>Pretest</i> Indikator 5 Menganalisis Permasalahan yang Berkaitan Dengan Perubahan Iklim Untuk Menentukan Solusi yang Tepat Peserta Didik A	64
32. Contoh Jawaban <i>Posttest</i> Indikator 5 Menganalisis Permasalahan yang Berkaitan Dengan Perubahan Iklim Untuk Menentukan Solusi yang Tepat Peserta Didik A	65
33. Contoh Jawaban <i>Pretest</i> Indikator 5 Menganalisis Permasalahan yang Berkaitan Dengan Perubahan Iklim Untuk Menentukan Solusi yang Tepat Peserta Didik B	65
34. Contoh Jawaban <i>Posttest</i> Indikator 5 Menganalisis Permasalahan yang Berkaitan Dengan Perubahan Iklim Untuk Menentukan Solusi yang Tepat Peserta Didik B	66
35. Contoh Jawaban <i>Pretest</i> Indikator 5 Menganalisis Permasalahan yang Berkaitan Dengan Perubahan Iklim Untuk Menentukan Solusi yang Tepat Peserta Didik C	66

36. Contoh Jawaban <i>Posttest</i> Indikator 5 Menganalisis Permasalahan yang Berkaitan Dengan Perubahan Iklim Untuk Menentukan Solusi yang Tepat Peserta Didik C	67
37. Contoh Jawaban <i>Pretest</i> Indikator 6 Menyelidiki Permasalahan Terkait Perubahan Iklim Untuk Menentukan Solusi Peserta Didik A	68
38. Contoh Jawaban <i>Posttest</i> Indikator 6 Menyelidiki Permasalahan Terkait Perubahan Iklim Untuk Menentukan Solusi Peserta Didik A	68
39. Contoh Jawaban <i>Pretest</i> Indikator 6 Menyelidiki Permasalahan Terkait Perubahan Iklim Untuk Menentukan Solusi Peserta Didik B.....	69
40. Contoh Jawaban <i>Posttest</i> Indikator 6 Menyelidiki Permasalahan Terkait Perubahan Iklim Untuk Menentukan Solusi Peserta Didik B.....	69
41. Contoh Jawaban <i>Pretest</i> Indikator 6 Menyelidiki Permasalahan Terkait Perubahan Iklim Untuk Menentukan Solusi Peserta Didik C.....	69
42. Contoh Jawaban <i>Posttest</i> Indikator 6 Menyelidiki Permasalahan Terkait Perubahan Iklim Untuk Menentukan Solusi Peserta Didik C.....	70
43. Contoh Jawaban <i>Pretest</i> Indikator 7 Merancang Proyek yang Mendukung Keberlanjutan Tentang Perubahan Iklim Peserta Didik A.....	71
44. Contoh Jawaban <i>Posttest</i> Indikator 7 Merancang Proyek yang Mendukung Keberlanjutan Tentang Perubahan Iklim Peserta Didik A	71
45. Contoh Jawaban <i>Pretest</i> Indikator 7 Merancang Proyek yang Mendukung Keberlanjutan Tentang Perubahan Iklim Peserta Didik B	72
46. Contoh Jawaban <i>Posttest</i> Indikator 7 Merancang Proyek yang Mendukung Keberlanjutan Tentang Perubahan Iklim Peserta Didik B	72
47. Contoh Jawaban <i>Pretest</i> Indikator 7 Merancang Proyek yang Mendukung Keberlanjutan Tentang Perubahan Iklim Peserta Didik C	73
48. Contoh Jawaban <i>Posttest</i> Indikator 7 Merancang Proyek yang Mendukung Keberlanjutan Tentang Perubahan Iklim Peserta Didik C	73
49. Kegiatan yang Mendukung Aspek Keterampilan Literasi Sustainability pada LKPD Fase 2 Merencanakan Proyek	74
50. Lanjutan Kegiatan LKPD Fase 2 Merencanakan Proyek	75
51. Kegiatan yang Mendukung Aspek Keterampilan Literasi	76
52. Kegiatan Diskusi Merencanakan Proyek dan Menyusun Jadwal	77
53. Contoh Jawaban <i>Pretest</i> Indikator 8 Menerapkan Praktik Keberlanjutan dalam Mengatasi Permasalahan Perubahan Iklim Peserta Didik A.....	79
54. Contoh Jawaban <i>Posttest</i> Indikator 8 Menerapkan Praktik Keberlanjutan dalam Mengatasi Permasalahan Perubahan Iklim Peserta Didik A	80
55. Contoh Jawaban <i>Pretest</i> Indikator 8 Menerapkan Praktik Keberlanjutan dalam Mengatasi Permasalahan Perubahan Iklim Peserta Didik B	80
56. Contoh Jawaban <i>Posttest</i> Indikator 8 Menerapkan Praktik Keberlanjutan dalam Mengatasi Permasalahan Perubahan Iklim Peserta Didik B	81
57. Contoh Jawaban <i>Pretest</i> Indikator 8 Menerapkan Praktik Keberlanjutan dalam Mengatasi Permasalahan Perubahan Iklim Peserta Didik C	81

58. Contoh Jawaban <i>Posttest</i> Indikator 8 Menerapkan Praktik Keberlanjutan dalam Mengatasi Permasalahan Perubahan Iklim Peserta Didik C	81
59. Contoh Jawaban <i>Pretest</i> Indikator 9 Menunjukkan Kepedulian dan Tanggung Jawab Terhadap Lingkungan Sekitar Akibat Perubahan Iklim Peserta Didik A	83
60. Contoh Jawaban <i>Pretest</i> Indikator 9 Menunjukkan Kepedulian dan Tanggung Jawab Terhadap Lingkungan Sekitar Akibat Perubahan Iklim Peserta Didik A	83
61. Contoh Jawaban <i>Pretest</i> Indikator 9 Menunjukkan Kepedulian dan Tanggung Jawab Terhadap Lingkungan Sekitar Akibat Perubahan Iklim Peserta Didik B	83
62. Contoh Jawaban <i>Posttest</i> Indikator 9 Menunjukkan Kepedulian dan Tanggung Jawab Terhadap Lingkungan Sekitar Akibat Perubahan Iklim Peserta Didik B	84
63. Contoh Jawaban <i>Pretest</i> Indikator 9 Menunjukkan Kepedulian dan Tanggung Jawab Terhadap Lingkungan Sekitar Akibat Perubahan Iklim Peserta Didik C	84
64. Contoh Jawaban <i>Posttest</i> Indikator 9 Menunjukkan Kepedulian dan Tanggung Jawab Terhadap Lingkungan Sekitar Akibat Perubahan Iklim Peserta Didik C	84
65. Contoh Jawaban <i>Pretest</i> Indikator 10 Menentukan Sikap yang Tepat dalam Menghadapi Isu-Isu Keberlanjutan Tentang Perubahan Iklim Peserta Didik A	86
66. Contoh Jawaban <i>Posttest</i> Indikator 10 Menentukan Sikap yang Tepat dalam Menghadapi Isu-Isu Keberlanjutan Tentang Perubahan Iklim Peserta Didik A	86
67. Contoh Jawaban <i>Pretest</i> Indikator 10 Menentukan Sikap yang Tepat dalam Menghadapi Isu-Isu Keberlanjutan Tentang Perubahan Iklim Peserta Didik B	86
68. Contoh Jawaban <i>Posttest</i> Indikator 10 Menentukan Sikap yang dalam Menghadapi Isu-Isu Keberlanjutan Tentang Perubahan Iklim Peserta Didik B	87
69. Contoh Jawaban <i>Pretest</i> Indikator 10 Menentukan Sikap yang dalam Menghadapi Isu-Isu Keberlanjutan Tentang Perubahan Iklim Peserta Didik C	87
70. Contoh Jawaban <i>Posttest</i> Indikator 10 Menentukan Sikap yang dalam Menghadapi Isu-Isu Keberlanjutan Tentang Perubahan Iklim Peserta Didik C	88
71. Kegiatan LKPD Fase 4 Pelaksanaan dan Monitoring Proyek	89
72. Kegiatan yang Mendukung Aspek Sikap pada Fase 4 Pelaksanaan dan Monitoring Proyek	90
73. Kegiatan Diskusi dan Konsultasi Antara Guru dan Peserta Didik.....	91

74. Kegiatan Fase 5 Penilaian Hasil Proyek	91
75. Presentasi Hasil Proyek.....	92
76. Kegiatan yang Mendukung Aspek Sikap Literasi Sustainability pada Fase 6 Evaluasi.....	93
77. Kegiatan Mengerjakan Evaluasi dalam LKPD	94

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Pedoman Wawancara Studi Pendahuluan.....	103
2. Surat Balasan Penelitian Pendahuluan SMA Negeri 2 Gadingrejo	104
3. Surat Balasan Penelitian Pendahuluan SMA Negeri 1 Gadingrejo	105
4. Surat Izin Penelitian	106
5. Surat Balasan Penelitian.....	107
6. Modul Ajar.....	108
7. Kisi-Kisi Instrumen Tes Literasi Sustainability.....	118
8. Instrumen Tes Literasi Sustainability	122
9. Kunci Jawaban Instrumen Tes Literasi Sustainability.....	129
10. Rubrik Peilaian Instrumen Tes Literasi Sustainability	140
11. Poster Perubahan Iklim	159
12. LKPD Perubahan Iklim.....	160
13. Data Hasil Uji Validitas	176
15. Hasil Uji <i>N-Gain</i>	177
16. Hasil Uji <i>Man Withney</i>	178
17. Hasil Uji <i>Effect Size</i>	179
18. Hasil <i>Pretest</i> Kelas Eksperimen.....	179
19. Hasil <i>Posttest</i> Kelas Eksperimen	182
20. Hasil <i>Pretest</i> Kelas Kontrol	183
21. Hasil <i>Posttest</i> Kelas Kontrol	184
22. <i>N-Gain</i> Setiap Indikator Kelas Eksperimen.....	185

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perubahan iklim menjadi salah satu tantangan global terbesar yang dihadapi oleh manusia dan dapat memberikan dampak yang serius dan beragam pada lingkungan. Perubahan iklim yang sebelumnya dianggap sebagai tantangan yang akan datang kini telah dihadapi. Perubahan iklim mengacu pada perubahan jangka panjang pada suhu rata-rata bumi dan pola cuaca. Perubahan iklim menimbulkan dampak yang akan terjadi dalam kurun waktu yang cukup lama.

Aktivitas manusia menjadi penyebab terjadinya perubahan iklim, aktivitas tersebut diantaranya yaitu pembakaran bahan bakar fosil, perubahan penggunaan lahan, penggundulan hutan, pertumbuhan industri, dan emisi gas rumah kaca (Açıklan *et al.*, 2024). Dampak dari aktivitas manusia tersebut akan menimbulkan banyak perubahan seperti kualitas udara, pola cuaca, curah hujan, dan emisi gas rumah kaca. Dampak buruk dari perubahan iklim sangat berpengaruh terhadap berbagai sektor kehidupan yang dapat dirasakan oleh generasi saat ini dan generasi selanjutnya. Dampak buruk dari perubahan iklim dapat diminimalisir sejak dini, salah satunya yaitu dengan merubah kebiasaan yang dapat menyebabkan terjadinya perubahan iklim.

Kebiasaan manusia yang menyebabkan perubahan iklim terjadi karena perilaku lingkungan yang rendah. Firmanshah *et al.* (2023) menyatakan bahwa dalam penelitiannya perilaku lingkungan peserta didik seringkali tidak sejalan dengan pengetahuan yang peserta didik miliki. Literasi lingkungan yang rendah ini dipengaruhi oleh rasa ingin tahu dan analisis permasalahan lingkungan peserta

didik masih rendah (Indriyani dkk. 2020). Penelitian tersebut sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Putri dkk. (2023) yang menyatakan bahwa literasi keberlanjutan peserta didik di SMA Negeri 1 Bandung berada dalam kategori sangat rendah, terutama pada indikator pengetahuan dan keterampilan. Terbatasnya pemahaman dalam konsep keberlanjutan menyebabkan kurangnya informasi peserta didik yang menjadi dasar untuk menjaga lingkungan (Mulyadiprana dkk., 2023). Dari hasil penelitian tersebut dapat dilihat bahwa pemahaman keberlanjutan pada peserta didik masih tergolong rendah, karena kurangnya pengetahuan dan kesadaran peserta didik terhadap permasalahan di lingkungan sekitarnya yang dapat memberikan dampak buruk pada kehidupan selanjutnya.

Peserta didik memiliki pengetahuan tentang isu-isu dalam aspek lingkungan sosial namun tidak jarang peserta didik mengabaikan dan menganggap hal tersebut bukan tanggung jawab peserta didik. Kurangnya kepedulian peserta didik terhadap isu dalam aspek tersebut menunjukkan bahwa sikap keberlanjutan peserta didik masih rendah. Menurut Kuehl *et al.* (2023) literasi sustainability adalah pengetahuan dan pemahaman tentang konsep-konsep keberlanjutan, termasuk isu-isu sosial, ekonomi, dan lingkungan. Literasi sustainability dapat dikatakan sebagai pemahaman, keterampilan, sikap, dan perilaku dalam mengambil keputusan berdasarkan informasi untuk kepentingan diri sendiri dan orang lain, baik sekarang maupun di masa depan dalam jangka panjang (Diamond & Irwin, 2013). Nilai literasi sustainability yang baik dapat membentuk peserta didik yang sadar akan masalah keberlanjutan.

Berdasarkan observasi yang telah dilakukan di SMA Negeri 1 Gadingrejo dan SMA Negeri 2 Gadingrejo mendapatkan hasil bahwa di kedua sekolah tersebut menggunakan kurikulum merdeka belajar dan menggunakan model *Problem Based Learning* (PBL) dalam menyampaikan materi perubahan iklim. Model pembelajaran yang diterapkan mendorong peserta didik untuk menganalisis permasalahan lingkungan di sekitar guna memahami penyebab dan dampak perubahan iklim. Namun, pembelajaran yang dilakukan masih berfokus pada

aspek pengetahuan saja. Penilaian terhadap sikap peserta didik, khususnya dalam merespon isu-isu perubahan iklim, belum dilaksanakan secara sistematis. Selain itu, konsep keberlanjutan belum secara eksplisit diajarkan dalam pembelajaran, sehingga peserta didik belum mendapatkan pemahaman menyeluruh mengenai pentingnya keberlanjutan. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa penilaian terhadap literasi sustainabilitas, yang mencakup aspek pengetahuan, keterampilan, dan sikap dalam menghadapi isu keberlanjutan belum pernah dilakukan di kedua sekolah tersebut.

Sesuai dengan makna dari literasi sustainabilitas, peserta didik dapat menyadari dan mencari solusi dari permasalahan yang ada di lingkungan sekitar maka diperlukan model pembelajaran yang mendukung tercapainya indikator literasi sustainabilitas. PjBL dikatakan sebagai model pembelajaran yang aktif dan berpusat pada peserta didik yang diyakini dapat membantu peserta didik untuk memperoleh pengetahuan yang lebih dalam melalui eksplorasi aktif tantangan dan masalah dunia nyata (Isa & Azid, 2021). Model PjBL juga dapat meningkatkan kemampuan peserta didik seperti kemampuan komunikasi dan berpikir kritis, meningkatkan motivasi belajar peserta didik, membuat peserta didik lebih kreatif dan realistis dalam menyelesaikan sebuah permasalahan yang ada di lingkungan sekitarnya.

Penelitian sebelumnya menemukan bahwa: (1) PjBL efektif dalam meningkatkan literasi sains peserta didik, meskipun peningkatannya berada pada kategori rendah dengan *N-gain* sebesar 0,10 (Fauziah dkk., 2023); (2) PjBL secara signifikan dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik dibandingkan dengan model pembelajaran konvensional (Isa & Azid, 2021); (3) Model PjBL efektif dalam meningkatkan pengetahuan dan keterampilan peserta didik terkait isu keberlanjutan, seperti pengelolaan limbah (Ayu dkk., 2023); (4) Bahan ajar dengan model PjBL yang dikembangkan efektif dalam meningkatkan literasi sains ekowisata peserta didik (Mulyani dkk., 2024).

Penelitian terdahulu terkait model PjBL umumnya dilakukan pada tingkat sekolah menengah pertama pada topik pengolahan sampah. Kemampuan yang diukur yang diukur umumnya mengenai literasi sains. Penelitian yang dilakukan oleh peneliti mengisi perbedaan dari penelitian sebelumnya yang pertama yaitu pada materi yang digunakan, dalam penelitian ini materi yang digunakan adalah perubahan iklim. Kedua, lokasi penelitian yakni di SMA Negeri 1 Gadingrejo. Dan yang ketiga, penelitian ini berfokus pada efektivitas model pembelajaran PjBL.

Dari beberapa penelitian tentang model PjBL yang sudah pernah dilakukan sebelumnya menyatakan bahwa model PjBL efektif digunakan dalam pembelajaran. Didukung oleh penelitian Ayu dkk. (2023) yang menyatakan bahwa dengan model PjBL dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilan terhadap isu-isu keberlanjutan seperti pengolahan limbah. Isu-isu global yang telah, sedang, dan akan terjadi yaitu mengenai perubahan iklim. Hal ini menjadi alasan peneliti mengambil topik ini. Berdasarkan uraian tersebut, maka peneliti telah melakukan penelitian untuk melihat efektivitas model PjBL pada literasi sustainabilitas peserta didik pada materi perubahan iklim.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, maka dirumuskan suatu permasalahan yaitu bagaimana keefektifan model *Project Based Learning* (PjBL) pada materi perubahan iklim terhadap literasi sustainabilitas peserta didik SMA Negeri 1 Gadingrejo?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan diadakannya penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan efektivitas model *Project Based Learning* (PjBL) pada materi perubahan iklim terhadap literasi sustainabilitas peserta didik SMA.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi berbagai pihak, diantaranya sebagai berikut:

1. Bagi guru dapat memberikan informasi dan rujukan relevan dalam pembelajaran terkait efektivitas model PjBL pada materi perubahan iklim terhadap literasi sustainability siswa SMA.
2. Bagi peneliti lain dapat menjadi referensi bagi peneliti lain dalam pemahaman atau penelitian yang berkaitan dengan model PjBL dan literasi sustainability.
3. Bagi peserta didik meningkatkan kemampuan literasi sustainability siswa melalui materi perubahan iklim dengan model pembelajaran PjBL.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup atau batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Model yang digunakan dalam penelitian yaitu *Project Based Learning* (PjBL) diadopsi dari *The George Lucas Education Foundation* dengan sintak yaitu mengajukan pertanyaan, merencanakan proyek, menyusun jadwal Proyek, memonitor kegiatan dan perkembangan proyek, penilaian hasil, dan evaluasi pengalaman menurut Siregar dkk., (2015).
- 2) Aspek literasi sustainability yang digunakan dalam penelitian ini diadaptasi dari Anggraini dkk., (2023) yaitu pengetahuan, keterampilan, dan sikap.
- 3) Capaian Pembelajaran yang dalam penelitian ini yaitu capaian pembelajaran fisika pada fase E dengan materi perubahan iklim.
- 4) Keefektifan model PjBL terhadap literasi sustainability peserta didik dapat dilihat dari nilai literasi sustainability yang meningkat secara signifikan pada kelas eksperimen dibandingkan dengan kelas kontrol. Model PjBL dapat dikatakan efektif jika nilai *sig.* (2-tailed) pada uji *Independent Sample T-Test* kurang dari 0,05 jika data terdistribusi normal, jika data tidak terdistribusi normal maka keefektifan dilihat dari nilai *asympt. sig.* pada uji *man withney*.

I. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kerangka Teoretis

1.1.1 Teori Belajar Konstruktivisme

Konstruktivisme merupakan teori belajar dimana peserta didik belajar dengan menyesuaikan informasi baru bersama dengan informasi yang telah diketahui (Bada & Olusegun, 2015). Menurut Ariandini & Hidayati (2023) Teori konstruktivisme dapat membantu peserta didik dalam menciptakan ide baru yang didasarkan pada pengalaman yang dimiliki dan pengetahuan baru yang peserta didik peroleh sehingga membuat pengetahuan peserta didik terus bertambah dan lebih dinamis. Salah satu tokoh yang mengembangkan teori konstruktivisme adalah Piaget. Piaget mengembangkan konsepnya berdasarkan pada gagasan bahwa untuk membangun struktur kognitif anak dapat dilakukan melalui sebuah perkembangan (Setiawan, 2020).

Menurut Masgumelar dan Mustafa (2021) konstruktivisme memiliki beberapa karakteristik yaitu; 1) Belajar secara aktif (*active learning*), 2) Peserta didik terlibat dalam aktivitas pembelajaran bersifat otentik dan situasional, 3) Aktivitas belajar menarik dan menantang, 4) Peserta didik dapat mengaitkan informasi baru dengan informasi yang telah dimiliki sebelumnya, 5) Peserta didik mampu merefleksikan pengetahuan yang sedang dipelajari, 6) Guru berperan sebagai fasilitator, 7) Guru harus dapat memberi bantuan berupa *scaffolding* yang diperlukan oleh peserta didik.

Konstruktivisme mengubah peserta didik dari penerima informasi yang pasif menjadi peserta aktif dalam proses pembelajaran (Triantafyllou, 2022). Hal ini sesuai dengan tujuan dari model PjBL yaitu keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran berbasis proyek membuat peserta didik menjadi lebih aktif dan pembelajaran menjadi lebih efektif dan efisien (Nurhidayah *et al.*, 2021).

Karakteristik teori konstruktivisme memiliki keterkaitan dengan melatih literasi sustainabilitas, karena keduanya menekankan pada keterlibatan peserta didik secara aktif dalam proses pembelajaran. Literasi sustainabilitas tidak hanya tentang pengetahuan, tetapi juga melibatkan keterampilan berpikir kritis, memecahkan masalah, serta sikap peduli terhadap lingkungan dan sosial. Melalui pendekatan konstruktivisme, peserta didik diarahkan untuk membangun pemahamannya sendiri tentang isu-isu keberlanjutan dengan mengaitkan pengalaman nyata yang peserta didik alami. Pendekatan ini cocok diterapkan dalam pembelajaran berbasis proyek, dimana peserta didik dapat menggali permasalahan lingkungan secara langsung, mengaitkan dengan pembelajaran, dan mencari solusi yang kreatif dan berkelanjutan. Hal ini didukung oleh penelitian Kamaliyah dan Alrianingrum., (2022) yang menyatakan bahwa penerapan model PjBL yang berlandaskan pada teori konstruktivisme membuat suasana dalam pembelajaran menjadi menyenangkan dan peserta didik memiliki ruang untuk mengkonstruksi pengetahuannya sendiri. Oleh karena itu, teori konstruktivisme dapat menjadi dasar untuk menanamkan literasi sustainabilitas pada peserta didik melalui pembelajaran dengan model PjBL.

1.1.2 Teori Andragogi

Secara harfiah andragogi dapat diartikan sebagai seni dan pengetahuan mengajar orang dewasa dengan kegiatan belajar dari peserta didik (Kurniati dkk., 2022). Knowles, (1973) menyatakan andragogi mempunyai beberapa asumsi dasar, di antaranya yang cukup dikenal ada empat hal, yaitu (1) *Self-directedness* atau kemampuan mengarahkan diri, (2) Pengalaman pembelajar atau mahasiswa, (3)

Kesiapan belajar berdasarkan kebutuhan, dan (4) Orientasi bahwa belajar itu adalah kehidupan. Pada pembelajaran orang dewasa lebih berfokus pada proses bukan pada konten yang diajarkan.

Hasil dari pendidikan orang dewasa diantaranya yaitu perubahan kemampuan, keterampilan, prilakunya yang ditandai dengan adanya penambahan pengetahuan, keterampilan, dan sikapnya (Yusri, 2013). Pada aspek pengetahuan, penelitian yang dilakukan oleh Setiawan dan Indriani (2021) mengungkapkan bahwa peserta didik yang terlibat dalam proyek berbasis andragogi menunjukkan pemahaman konseptual yang baik, karena pembelajaran berbasis masalah dan proyek membantu peserta didik mengaitkan teori dengan praktik nyata.

Pada aspek keterampilan, andragogi mendorong peserta didik untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kolaboratif, serta komunikatif. Peserta didik dilatih untuk bekerjasama dalam tim, sejalan dengan tuntutan keterampilan abad ke-21. Pada aspek sikap, andragogi mendorong refleksi diri dan penanaman nilai tanggung jawab. Kedua hal tersebut didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Azizah *et al.*, (2023) yang menyatakan penerapan PjBL berbasis andragogi dalam pendidikan kesetaraan mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis, keterampilan kolaboratif, serta tanggung jawab individu dalam penyelesaian tugas.

Adapun perbedaan antara model pedagogi dan andragogi yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Antara Model Pedagogi dan Andragogi

Asumsi	Pedagogi	Andragogi
Konsep tentang diri peserta didik	a. Peserta didik bersifat ketergantungan dengan guru b. Guru bertanggung jawab penuh dalam pembelajaran	a. Peserta didik memiliki kemampuan mengarahkan diri sendiri (mandiri) b. Guru bertanggung jawab untuk menggalakkan dan memelihara kelangsungan proses pembelajaran tersebut.

Lanjutan Tabel 1

Fungsi pengalaman peserta didik	<ul style="list-style-type: none"> a. Pengalaman yang dimiliki oleh peserta didik tidak besar nilainya, mungkin hanya berguna untuk titik awal. b. Pengalaman besar yang didapatkan oleh peserta didik diperoleh dari gurunya. 	Pengalaman peserta didik merupakan sumber belajar yang sangat bermanfaat bagi diri sendiri maupun orang lain. Pengalaman diperoleh dari apa yang dialami.
Kesiapan belajar	<ul style="list-style-type: none"> a. Peserta didik sebaya dianggap untuk mempelajari hal yang sama. b. Masih adanya perasaan takut gagal dalam diri peserta didik. c. Kegiatan pembelajaran harus dirganisasikan dalam suatu kurikulum yang baku. 	<ul style="list-style-type: none"> a. Peserta didik siap mempelajari sesuatu apabila ia merasa perlu melakukan hal tersebut, karena dengan mempelajari sesuatu itu ia dapat memecahkan masalahnya atau dapat menyelesaikan tugasnya dengan baik. b. Kegiatan pembelajaran disusun sesuai dengan kebutuhan kehidupan peserta didik
Orientasi belajar	Peserta didik memahami bahwa pendidikan merupakan proses penyampaian ilmu pengetahuan.	Peserta didik memahami pendidikan merupakan proses peningkatan pengembangan kemampuan diri untuk meningkatkan potensi yang maksimal

Dengan demikian, penerapan prinsip andragogi dalam pembelajaran, khususnya dengan model PjBL, terbukti dapat meningkatkan pengetahuan, keterampilan, dan sikap peserta didik. Hal ini didukung oleh hasil penelitian oleh Budiwan, (2018) yang menyatakan bahwa pendidikan orang dewasa mampu mengembangkan kemampuan, keterampilan, memperkaya pengetahuan, dan meningkatkan kualifikasi profesionalitasnya integrasi pendekatan ini dalam pembelajaran diperlukan untuk menyiapkan peserta didik menjadi individu yang mandiri, reflektif, dan berkontribusi terhadap keberlanjutan sosial dan lingkungan di masa depan.

1.1.3 *Project Based Learning (PjBL)*

Project Based Learning (PjBL) merupakan model pembelajaran yang melibatkan peserta didik secara aktif dalam memecahkan masalah melalui tahapan ilmiah, yang dilakukan baik secara mandiri maupun secara berkelompok yang diwujudkan dalam suatu produk dalam batas waktu tertentu (Fauziah dkk., 2023).

Pembelajaran dengan model tersebut dapat dilakukan dengan memberikan permasalahan nyata kepada peserta didik, oleh karena itu peserta didik dapat menemukan ide-ide baru sebagai solusi dari permasalahan tersebut. Proses pencarian solusi dari permasalahan tersebut dapat melatih keterampilan kolaboratif dan komunikatif peserta didik. Bersesuaian dengan teori belajar konstruktivisme PjBL mendukung gagasan bahwa pembelajaran terjadi secara aktif membangun pengetahuan dan pengalaman.

Model PjBL memiliki karakteristik lingkungan belajar yang aktif, berpusat pada peserta didik, langsung, pembuatan proyek sebagai output, menekankan keterampilan abad 21 dan peran guru sebagai mentor (Isa & Azid, 2021).

Karakteristik PjBL menurut Wulandari (2021) adalah sebagai berikut.

1. Peserta didik menyelesaikan tugas secara mandiri mulai dari tahap perencanaan, persiapan, hingga paparan produk.
2. Peserta didik bertanggung jawab penuh atas proyek yang akan diproduksi.
3. Proyek yang akan dibuat atau dilaksanakan melibatkan peran teman sebaya, guru, orang tua, dan bahkan masyarakat.
4. Melatih keterampilan berpikir kreatif.
5. Situasi kelas toleran terhadap kekurangan dan pengembangan ide.

Hasil penelitian dari Zhang & Ma (2023) menunjukkan.

1. Pembelajaran berbasis proyek dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik secara signifikan dibandingkan dengan model pengajaran tradisional.
2. Efek pengajaran menggunakan model PjBL dipengaruhi oleh variabel moderasi yang berbeda, termasuk bidang studi, jenis kursus, periode akademik, ukuran kelompok, ukuran kelas, dan periode percobaan.

Sintaks kegiatan pembelajaran PjBL yang dikembangkan oleh *The George Lucas Education Foundation* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Tahapan Kegiatan *Project Based Learning*

Sintaks	Kegiatan
Mengajukan Pertanyaan	Pertanyaan disusun dengan mengambil topik yang sesuai dengan realitas dunia nyata dan dimulai dengan sebuah investigasi mendalam.
Merencanakan Proyek	Perencanaan berisi tentang aturan main, pemilihan kegiatan yang dapat mendukung dalam menjawab pertanyaan penting, serta mengetahui alat dan bahan yang dapat diakses untuk membantu penyelesaian proyek.
Meyusun Jadwal Proyek	Membuat jadwal untuk menyelesaikan proyek, menentukan waktu akhir penyelesaian proyek serta membimbing peserta didik agar merencanakan cara yang baru.
Memonitor kegiatan dan perkembangan proyek	Guru bertanggung jawab untuk memantau kegiatan peserta didik selama menyelesaikan proyek.
Penilaian Hasil	Penilaian dilakukan untuk membantu guru dalam mengukur ketercapaian standar kompetensi dan berperan dalam mengevaluasi kemajuan masing-masing peserta didik.
Evaluasi	Guru dan peserta didik mengembangkan diskusi dalam rangka memperbaiki kinerja selama proses pembelajaran.

Berdasarkan pemaparan di atas, dapat dikatakan bahwa model PjBL merupakan pembelajaran berbasis proyek, dimana peserta didik dihadapkan dengan permasalahan nyata yang menuntut peserta didik untuk aktif dalam pembelajaran dengan menghasilkan suatu produk akhir sebagai solusi dari sebuah permasalahan. Kegiatan dalam pembelajaran dengan model PjBL sesuai dengan Tabel 2 membuat peserta didik menjadi lebih kreatif, komunikatif, dan kritis dalam menghadapi masalah. Kegiatan tersebut juga dapat meningkatkan motivasi belajar peserta didik.

1.1.4 Literasi Sustainability

Literasi sustainability merupakan kompetensi dan pengetahuan tentang konsep kemampuan keberlanjutan (Ling *et al.*, 2021). Literasi sustainability ini tidak hanya menekankan pengetahuan pada isu-isu lingkungan saja tetapi juga ditekankan pada kemampuan untuk berpikir kritis dan mengambil keputusan yang bersifat berkelanjutan. Sistem literasi sustainability mencakup pengetahuan yang

relevan dengan keberlanjutan sosial, lingkungan, dan ekonomi (Chen *et al.*, 2022). Literasi sustainabilitas dapat diartikan sebagai kemampuan individu dalam memahami isu-isu keberlanjutan secara kritis dalam mengambil keputusan dan tindakan yang bersifat keberlanjutan.

Education for Sustainable Development (ESD) merupakan pendekatan pendidikan yang dikemas dengan memasukkan nilai-nilai berkelanjutan untuk menciptakan kualitas pendidikan yang diinginkan, pendidikan yang baik dan berkelanjutan yang dapat digunakan di masa depan (Adam dkk., 2021). ESD dan literasi sustainabilitas memiliki keterkaitan karena keduanya memiliki tujuan yang sama, yaitu untuk membangun pemahaman mendalam tentang isu-isu keberlanjutan. ESD bertujuan untuk memberikan peserta didik kemampuan berpikir kritis, memecahkan masalah, dan pola pikir yang berkelanjutan. Literasi sustainabilitas diperlukan agar peserta didik tidak hanya memahami isu-isu keberlanjutan tetapi juga siap bertindak dalam menjaga lingkungan dan membangun dunia yang berkelanjutan dengan tetap memperhatikan dampaknya terhadap aspek-aspek keberlanjutan seperti aspek ekologi, ekonomi, dan sosial.

Literasi sustainabilitas terdiri dari beberapa komponen utama, diantaranya yaitu pengetahuan, keterampilan, dan sikap. Ketiga komponen ini saling mempengaruhi dalam menciptakan pemahaman tentang pentingnya keberlanjutan. Pengetahuan mencakup pemahaman dari konsep keberlanjutan, komponen ini diperlukan guna memahami dasar-dasar dari sebuah permasalahan untuk membuat keputusan yang bersifat keberlanjutan. Keterampilan berhubungan dengan kreatifitas peserta didik dalam menyelesaikan permasalahan yang berkelanjutan. Sikap berhubungan dengan persepsi individu yang melibatkan pandangan dan tindakan terhadap keberlanjutan, sikap yang positif terhadap isu keberlanjutan dapat memotivasi individu untuk terlibat aktif dalam upaya pelestarian.

Anggraini dkk. (2023) mengembangkan 5 indikator untuk mengukur literasi sustainabilitas. Untuk mengukur literasi sustainabilitas pada materi perubahan

iklim, 5 indikator tersebut disesuaikan dengan materi. Indikator yang telah disesuaikan dengan materi perubahan iklim dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Indikator Literasi Sustainability

Dimensi	Indikator
Pengetahuan	Menjelaskan konsep dasar perubahan iklim
	Mengklasifikasi penyebab terjadinya perubahan iklim
	Menganalisis dampak dari perubahan iklim
	Menganalisis penyebab terjadinya perubahan iklim
Keterampilan	Menganalisis permasalahan yang berkaitan dengan perubahan iklim untuk menentukan solusi yang tepat
	Menyelidiki permasalahan terkait perubahan iklim untuk menentukan solusi
	Merancang proyek yang mendukung keberlanjutan tentang perubahan iklim
Sikap	Menerapkan praktik keberlanjutan dalam mengatasi permasalahan perubahan iklim
	Menunjukkan kepedulian dan tanggung jawab terhadap lingkungan sekitar akibat perubahan iklim
	Menentukan sikap yang tepat dalam menghadapi isu-isu keberlanjutan tentang perubahan iklim

Instrumen penilaian literasi sustainability mencakup tiga dimensi yaitu, aspek pengetahuan, keterampilan, dan sikap secara berkelanjutan. Anggraini dkk. (2023) telah mengembangkan 5 indikator dari 3 dimensi yang dapat mengukur literasi sustainability. Tetapi, dari 5 indikator tersebut, selanjutnya disesuaikan kembali dengan materi perubahan iklim sehingga menjadi 10 indikator. Oleh karena itu, untuk mengukur literasi sustainability pada materi perubahan iklim menggunakan 10 indikator.

2.1.5 Perubahan Iklim

Rata-rata keadaan cuaca atau atmosfer dalam kurun waktu tertentu disebut iklim (Malihah, 2022). Perubahan cuaca dipengaruhi oleh suhu udara, kelembaban udara, curah hujan, arah angin, kecepatan angin, dan lama penyinaran matahari (Sunarmi dkk., 2022). Perubahan pola iklim yang berubah dalam periode waktu tertentu sebagai bentuk akibat dari aktivitas manusia merupakan definisi dari perubahan iklim. Perubahan iklim mengacu pada jangka panjang dalam pola iklim global,

sedangkan perubahan cuaca mengacu pada jangka waktu singkat dalam pola cuaca di suatu daerah.

Perubahan iklim terjadi karena ada faktor yang memengaruhinya, yaitu faktor alami dan antropogenik. Faktor alami yang menyebabkan terjadinya perubahan iklim diantaranya yaitu gunung meletus, radiasi matahari, dan perubahan berbagai parameter iklim. Faktor antropogenik merupakan penyebab terjadinya perubahan iklim yang berasal dari aktivitas manusia. Faktor dari antropogenik yang dapat mempengaruhi terjadinya perubahan iklim yaitu pembakaran bahan bakar fosil (Ghaniyyu dan Husnita, 2021). Pembakaran bahan bakar fosil dapat meningkatkan emisi gas rumah kaca yang dapat menciptakan efek rumah kaca, di mana panas matahari yang dipantulkan dari bumi terperangkap di atmosfer dan tidak dapat terpantulkan ke angkasa sehingga panas tersebut menyebabkan suhu bumi meningkat dan terjadi pemanasan global yang mengakibatkan terjadinya perubahan iklim.

Perubahan iklim berdampak pada sektor kesehatan, ekonomi, sosial, dan juga ekologi (Kerry & Sayeed, 2024). Dampak nyata dari perubahan iklim yang terasa di Indonesia menurut Rahman (2019) diantaranya yaitu; kekeringan yang melanda sekitar 100 kabupaten/kota menyebabkan gagal panen dan kerugian ekonomi, hal ini dapat terjadi karena ketersediaan air di bumi yang berkurang akibat dari percepatan penguapan air di bumi; musim panas yang berkepanjangan dapat memicu terjadinya kebakaran hutan yang menjadi ancaman bagi kelestarian *flora* dan *fauna* serta mengganggu kesehatan masyarakat; berkurangnya volume air di bumi menyebabkan penurunan permukaan tanah dan mengancam pemukiman dan infrastruktur yang ada di pesisir. Dampak dari perubahan iklim harus diantisipasi sejak dini untuk meminimalisir dampaknya. Selain itu kita juga perlu beradaptasi dengan situasi dan kondisi sekarang ini yang telah memasuki masa dimana dampak dari perubahan iklim sudah mulai terasa dengan adanya beberapa dampak nyata. Keterlibatan manusia dalam mengatasi pemanasan global dan perubahan iklim sangat diperlukan.

Dalam menghadapi perubahan iklim yang telah, sedang, dan akan terjadi diperlukan pengetahuan, keterampilan, dan juga sikap keberlanjutan. Terdapat dua hal yang perlu dilakukan untuk menyikapi perubahan iklim yang telah, sedang, dan akan terjadi, yaitu dengan melakukan adaptasi untuk mengatasi dampak dari perubahan iklim yang telah terjadi dan melakukan mitigasi untuk mengatasi penyebab perubahan iklim (Aldrian dkk., 2011). Adaptasi dilakukan untuk mengatasi dampak perubahan iklim untuk meminimalisir dampak negatif dan mengambil manfaatnya. Sedangkan mitigasi merupakan upaya untuk mengatasi penyebab terjadinya perubahan iklim.

Berdasarkan pemaparan di atas, maka dapat dikatakan jika perubahan iklim menjadi urgensi pada saat ini dan masa mendatang. Diperlukan pemahaman terkait perubahan iklim sebagai langkah awal untuk mengatasi permasalahan tersebut. Perubahan iklim menjadi salah satu materi di Kurikulum Merdeka Belajar (KMB), tepatnya pada mata pelajaran fisika pada bab pemanasan global dan perubahan iklim di fase E untuk tingkat SMA. Materi perubahan iklim yang diintegrasikan ke dalam 10 indikator literasi sustainability dapat digunakan untuk mengukur sejauh mana pengetahuan, keterampilan, dan sikap peserta didik.

2.2 Penelitian yang Relevan

Beberapa penelitian yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Penelitian Relevan

Nama Peneliti/Tahun	Judul	Hasil Penelitian
Azizah dkk. (2017)	Penguatan Kesiapan Berperilaku Ramah Lingkungan Siswa SMA melalui Pengembangan Pedagogi Spesifik Berbasis PjBL pada Mata Pelajaran Ekologi	Hasil penelitian menyimpulkan bahwa pengembangan pedagogi spesifik berbasis PjBL pada mata pelajaran ekologi mampu menguatkan kesiapan berperilaku ramah lingkungan siswa.

Lanjutan Tabel 4

Ayu dkk. (2023)	Penerapan <i>Project-Based Learning</i> pada Topik Pengelolaan Sampah untuk Meningkatkan <i>Sustainability Literacy</i> Siswa Terdampak Gempa Bumi	<i>Project Based Learning</i> (PjBL) efektif dalam meningkatkan pengetahuan dan keterampilan peserta didik terkait isu keberlanjutan, seperti pengelolaan limbah.
Anggraini dkk. (2023)	Development of Learning Program Based on Multiple Representations Integrated with PjBL George Lucas and STEM to Foster Students' Sustainability Literacy	Hasil penelitian menunjukkan bahwa program pembelajaran yang dikembangkan efektif dalam meningkatkan literasi keberlanjutan dilihat dari peningkatan <i>N-gain</i> literasi keberlanjutan pada dimensi pengetahuan (0,489), sikap (0,529), keterampilan (0,681) dan perilaku (0,839) pada kelas eksperimen yang lebih tinggi dari kelas kontrol, yaitu perolehan nilai <i>N-gain</i> literasi keberlanjutan pada dimensi pengetahuan (0,180), sikap (0,341), keterampilan (0,193) dan perilaku (0,419).
Fauziah dkk. (2023)	Implementation of Project-Based Learning Models to Improve Science Literacy of Junior High School Students	Hasil dari penelitian ini menyatakan bahwa pembelajaran dengan model <i>Project Based Learning</i> (PjBL) dapat meningkatkan literasi keilmuan dengan meningkatnya nilai rata-rata tes. Sebanyak 100% peserta didik merasa bahwa <i>Project Based Learning</i> (PjBL) membantu peserta didik mengidentifikasi masalah secara ilmiah dan mengembangkan keterampilan sains.
Isa & Azid (2021)	The Effectiveness of Project-Based Learning on Secondary School Students' Achievement	Dalam penelitian ini, peserta didik yang terlibat dalam <i>Project Based Learning</i> (PjBL) lebih termotivasi, aktif, dan mampu mengembangkan keterampilan abad ke-21 seperti berpikir kritis, pemecahan masalah, dan keterampilan interpersonal. <i>Project Based Learning</i> (PjBL) secara signifikan dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik dibandingkan dengan model pembelajaran konvensional.
Mulyani dkk. (2024)	Pengembangan Bahan Ajar Model PJBL Berbasis Ekosistem Mangrove untuk Meningkatkan Literasi Sains Ekowisata Siswa SMAN 1 Lembar	Hasil penelitian menunjukkan bahwa bahan ajar model <i>Project Based Learning</i> (PjBL) yang dikembangkan efektif dalam meningkatkan literasi sains ekowisata peserta didik, dengan nilai <i>N-gain</i> 72 kategori tinggi dan 67 kategori sedang, peserta didik juga menunjukkan antusiasme dan keterlibatan yang tinggi dalam pembelajaran berbasis proyek.
Pratama dkk. (2024)	Efektivitas Model Pembelajaran Project Based Learning Terhadap Kemampuan Literasi Sains Dan Literasi Digital Peserta Didik Madrasah Tsanawiah	Hasil dari penelitian yaitu penggunaan model pembelajaran PjBL efektif digunakan dalam meningkatkan kemampuan literasi sains dan literasi digital pada peserta didik kelas VII MTsN 1 Bengkulu Selatan.
Ramadhana dkk. (2022)	Keefektivan Perangkat Pembelajaran Daring Dengan Model PjBL-STEM Pada Materi Lingkungan Untuk Meningkatkan Literasi Lingkungan	Hasil penelitian didapatkan nilai tes belajar sebesar 70% yang menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran dengan model PjBL-STEM memiliki keefektifan baik.

Lanjutan Tabel 4

Azizah dkk. (2017)	Penguatan Kesiapan Berperilaku Ramah Lingkungan Siswa SMA melalui Pengembangan Pedagogi Spesifik Berbasis PjBL pada Mata Pelajaran Ekologi	Hasil penelitian menyimpulkan bahwa pengembangan pedagogi spesifik berbasis PjBL pada mata pelajaran ekologi mampu menguatkan kesiapan berperilaku ramah lingkungan siswa.
--------------------	--	--

2.3 Kerangka Pemikiran

Penelitian yang dilakukan yaitu untuk melihat efektivitas model PjBL terhadap literasi sustainability peserta didik pada materi perubahan iklim. penelitian ini dilakukan di SMA Negeri 1 Gadingrejo dengan menggunakan dua kelas, yaitu kelas X.5 sebagai kelas eksperimen dan kelas X.8 sebagai kelas kontrol.

Penelitian ini diawali dengan memberikan soal *pretest* dalam bentuk uraian kepada dua kelas tersebut untuk mengukur literasi sustainability awal peserta didik. Setelah menyelesaikan *pretest*, peserta didik pada kedua kelas diberikan *treatment* yang berbeda. *Treatment* yang diberikan kepada kelas eksperimen yaitu diterapkan model PjBL dalam pembelajaran, sedangkan untuk kelas kontrol diterapkan model konvensional yang digunakan oleh guru di sekolah tersebut. Penerapan model PjBL dalam pembelajaran kelas eksperimen dilakukan untuk meningkatkan literasi sustainability peserta didik. Sintaks model PjBL yang digunakan terdiri dari 6 fase yaitu; mengajukan pertanyaan mendasar, merencanakan proyek, menyusun jadwal, memonitor kegiatan dan perkembangan proyek, penilaian hasil dan evaluasi pengalaman.

Fase 1 mengajukan pertanyaan, pada fase ini peserta didik mengidentifikasi fenomena untuk menyusun hipotesis. Kegiatan pada Fase 1 mendorong peserta didik untuk mengidentifikasi permasalahan nyata yang berkaitan dengan perubahan iklim. Kegiatan ini dimulai dengan mengeksplorasi fenomena yang disajikan dalam LKPD, fenomena tersebut yaitu curah hujan yang tinggikan banjir bandang yang melanda suatu daerah. Dari fenomena yang diberikan kepada peserta didik diolah menjadi pertanyaan-pertanyaan kontekstual yang dapat melatih indikator literasi sustainability pada aspek pengetahuan seperti

menjelaskan konsep dasar perubahan iklim, mengklasifikasi penyebab terjadinya perubahan iklim, dan menganalisis dampak dari perubahan iklim.

Dari kegiatan pada Fase 1 peserta didik dilatih untuk lebih peka terhadap kondisi lingkungan di sekitarnya, khususnya dalam memahami keterkaitan antara perubahan iklim dengan fenomena alam seperti curah hujan yang tinggi dan banjir bandang. Peserta didik didorong untuk menyadari, paham dan peduli jika fenomena alam seperti curah hujan tinggi dan banjir bandang merupakan dampak dari permasalahan iklim. Selain itu, kemampuan yang dapat dilatihkan kepada peserta didik pada fase ini yaitu kemampuan berpikir kritis, mengidentifikasi dan merumuskan masalah. Dengan melibatkan peserta didik secara aktif dalam merumuskan pertanyaan mendasar, peserta didik dapat belajar dan menggali informasi secara mendalam, megaitkan pengetahuan yang dimiliki dengan situasi yang terjadi, serta mengembangkan pengetahuan.

Fase 2 merencanakan proyek, proyek yang akan dibuat dalam proses ini adalah poster edukatif tentang perubahan iklim untuk meminimalisir dampak perubahan iklim. Pada fase ini peserta didik dibagi menjadi beberapa kelompok, namun sebeum berdiskusi bersama kelompoknya peserta didik diajak untuk merancang poster secara individu. Melalui kegiatan tersebut peserta didik diberi kesempatan untuk mengembangkan gagasan berdasarkan pemahaman dan kepedulian pribadi terhadap isu lingkungan. Kemudian peserta didik diarahkan untuk berkumpul dengan anggota kelompoknya untuk menentukan poster yang akan dibuat. Melalui kegiatan tersebut peserta didik dilatih untuk berdiskusi, menyatukan pendapat, dan bekerja sama dalam merancang royek. Kemampuan yang dapat dilatihkan melalui fase ini yaitu keterampilan, meliputi kemampuan merancang, kolaborasi, dan komuikasi dalam mengambil keputusan bersama. Kegiatan pada Fase 2 membantu peserta didik dalam menentukan tindakan yang tepat untuk dilakukan guna meminimalisir dampak dari perubahan iklim, menganalisis permasalahan yang berkaitan dengan perubahan iklim untuk menentukan solusi yang tepat, dan menyelidiki permasalahan terkait perubahan iklim untuk menentukan solusi.

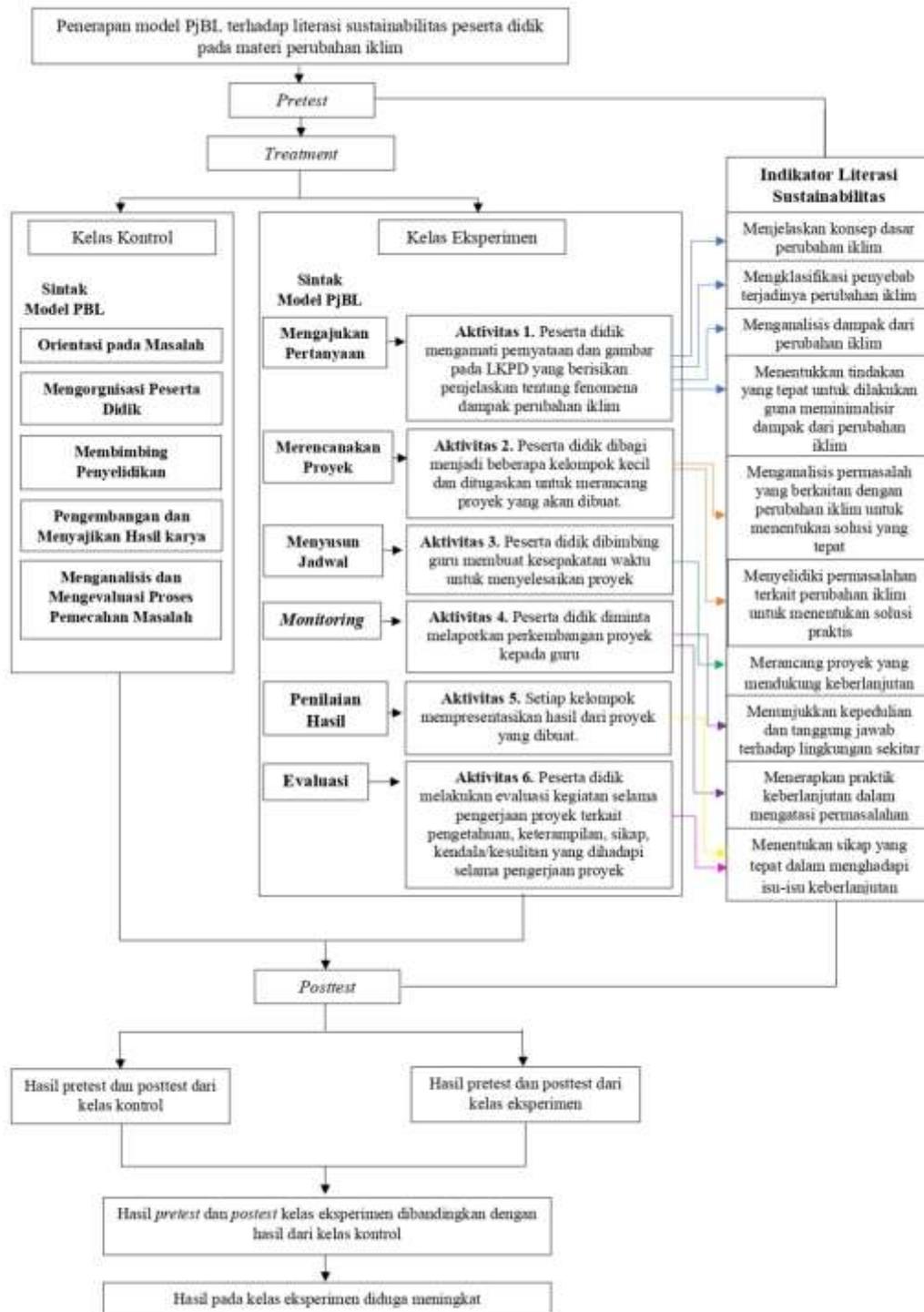
Fase 3 menyusun jadwal, pada fase ini peserta didik bersama kelompoknya menentukan jadwal pengerjaan proyek dan membagi tugas kepada masing-masing anggota kelompok. Kegiatan pada Fase 3 melatih peserta didik dalam merancang proyek yang mendukung keberlanjutan tentang perubahan iklim. Kemampuan yang dapat dilatihkan melalui Fase 3 meliputi tanggung jawab terhadap tugas yang telah diberikan dan diasah untuk keterampilan berpikir sistematis dalam merancang dan menyelesaikan proyek.

Fase 4 *monitoring* kegiatan dan pelaksanaan proyek, kegiatan pada fase 4 membantu peserta didik dalam menunjukkan kepedulian dan tanggung jawab terhadap lingkungan sekitar akibat dan menerapkan praktik keberlanjutan dalam mengatasi permasalahan perubahan iklim. Pada fase 4 peserta didik menyelesaikan proyek yang telah direncanakan bersama kelompoknya dengan tanggung jawab masing-masing anggota. Selama mengalami kesulitan atau kendala dalam melaksanakan proyek peserta didik difasilitasi oleh guru untuk berkonsultasi.

Fase 5 presentasi hasil, pada fase ini peserta didik mempresentasikan hasil pembuatan proyek yaitu poster. Pada Fase 5 peserta didik diajak untuk mempresentasikan hasil dari proyek yang dibuat kepada kelompok lain. Secara tidak langsung, peserta didik telah memperdalam pemahaman dan mengedukasi teman sekelasnya melalui poster edukatif tentang meminimalisir dampak perubahan iklim. Pada fase ini peserta didik akan memperoleh saran dan masukan terkait proyek yang dibuat, baik saran dan masukan untuk isi konten ataupun tampilan poster yang dibuat. Kegiatan pada Fase 5 melatih kemampuan peserta didik dalam menyampaikan informasi secara efektif, menerima dan menanggapi umpan balik secara terbuka, serta meningkatkan rasa percaya diri peserta didik dalam berbicara di depan umum. Dalam memberi saran dan masukan dari setiap kelompok dapat mendorong peserta didik untuk menjadi lebih baik sehingga konten yang disampaikan lebih menarik, informatif, dan berdampak positif.

Fase 6 evaluasi, kegiatan pada fase ini yaitu mengevaluasi diri selama proses pembuatan proyek dan presentasi. Kegiatan pada fase 6 membantu peserta didik dalam menentukan sikap yang tepat dalam menghadapi isu-isu keberlanjutan tentang perubahan iklim. Kemampuan yang dapat dilatihkan dalam fase ini mencakup kemampuan berpikir reflektif dan kritis, serta kemampuan dalam menilai proses dan hasil kerja secara objektif. Selain itu, peserta didik juga dilatih untuk membentuk sikap peduli, tanggap, dan bertanggung jawab terhadap isu-isu keberlanjutan, yang merupakan bagian penting dari literasi sustainability. Proses evaluasi ini menjadi momen penting untuk menumbuhkan kesadaran diri peserta didik bahwa setiap tindakan yang dilakukan, sekecil apa pun, dapat memberikan kontribusi terhadap keberlangsungan lingkungan hidup.

Setelah dilakukan *treatment* pada kedua kelas, masing-masing kelas diberikan *posttest* dengan soal yang serupa dengan soal *pretest*. *Posttest* diberikan untuk melihat hasil akhir literasi sustainability peserta didik setelah diberikan *treatment*. Hasil *pretest* dan *posttest* kedua kelas dibandingkan, dari hasil perbandingan tersebut diduga nilai literasi sustainability pada kelas eksperimen yang menerapkan model PjBL meningkat. Gambar kerangka pemikiran dari penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Pemikiran

2.4 Anggapan Dasar

Anggapan dasar pada penelitian ini berdasarkan kajian teori dan kerangka pemikiran, yaitu sebagai berikut:

1. Kelas eksperimen melaksanakan proses pembelajaran materi tentang perubahan iklim.
2. Faktor-faktor lain diluar penelitian diabaikan.

2.5 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan latar belakang, rumusan masalah, dan kerangka pemikiran di atas maka hipotesis penelitian dalam penelitian ini yaitu model PjBL lebih efektif dalam meningkatkan literasi sustainabilitas peserta didik pada kelas eksperimen dibandingkan dengan model konvensional pada kelas kontrol.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Populasi dan Sampel Penelitian

Penelitian ini telah dilakukan di SMA Negeri 1 Gadingrejo yang berlokasi di Jl. Raya Gadingrejo, Kec. Gadingrejo, Kab. Pringsewu. Populasi penelitian ini yaitu 396 peserta didik kelas X SMA Negeri 1 Gadingrejo pada semester genap tahun ajaran 2024/2025. Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan *purposive sampling*. Penentuan kelas yang dijadikan sampel dalam penelitian dipilih berdasarkan karakteristik tertentu untuk memperoleh data yang tepat. Sampel dalam penelitian ini adalah dua kelas, yaitu kelas X.5 dan X.8 dengan jumlah 72 peserta didik di SMA Negeri 1 Gadingrejo.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi variabel terikat, sedangkan variabel terikat adalah variabel yang terpengaruh oleh satu atau lebih variabel bebas. Pada penelitian ini *posttest* menjadi variabel bebas dan *pretest* sebagai variabel terikat. Sedangkan Model PjBL menjadi variabel moderator.

3.3 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain penelitian yaitu *quasi eksperimental* dengan bentuk desain *non-equivalent control group design*. Peneliti menggunakan dua kelas, yaitu kelas eksperimen yang diberikan perlakuan khusus dan satu kelas lainnya menjadi kelas kontrol. Dalam pembelajaran yang diberikan pada kedua

kelas tersebut peneliti memberikan *Pretest* sebagai kemampuan awal peserta didik dan *Posttest* digunakan untuk menilai kemampuan akhir literasi sustainabilitas peserta didik. Desain penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Desain Penelitian Kelas Eksperimen

<i>Pretest</i> (O ₁)	<i>Treatment</i> (X ₁)	<i>Posttest</i> (O ₂)
Mengerjakan soal <i>pretest</i> literasi sustainabilitas	<p>Mengajukan Pertanyaan Peserta didik mengamati pernyataan, gambar, atau peristiwa diberikan.</p> <hr/> <p>Merencanakan Proyek Peserta didik dibagi menjadi beberapa kelompok kecil dan ditugaskan untuk merancang proyek yang akan dibuat.</p> <hr/> <p>Penyusunan Jadwal Proyek Peserta didik dibimbing guru membuat kesepakatan waktu untuk menyelesaikan proyek</p> <hr/> <p>Monitoring Kegiatan dan Perkembangan Proyek Peserta didik melaporkan perkembangan proyek yang dibuat secara berkala.</p> <hr/> <p>Penilaian Hasil Setiap kelompok mempresentasikan hasil dari proyek yang dibuat.</p> <p>Evaluasi Peserta didik melakukan evaluasi kegiatan selama pengerjaan proyek terkait pengetahuan, keterampilan, sikap, kendala/kesulitan yang dihadapi selama pengerjaan proyek.</p>	Mengerjakan soal <i>posttest</i> literasi sustainabilitas

Tabel 6. Desain Penelitian Kelas Kontrol

<i>Pretest</i> (O ₃)	<i>Treatment</i> (X ₂)	<i>Posttest</i> (O ₄)
Mengerjakan soal <i>pretest</i> literasi sustainabilitas	Pembelajaran menggunakan model konvensional	Mengerjakan soal <i>posttest</i> literasi sustainabilitas

Keterangan:

- O₁ = Nilai *pretest* literasi sustainabilitas kelas eksperimen.
- O₂ = Nilai *posttest* literasi sustainabilitas kelas eksperimen
- O₃ = Nilai *pretest* literasi sustainabilitas kelas kontrol.
- O₄ = Nilai *posttest* literasi sustainabilitas kelas kontrol.
- X₁ = Pembelajaran dengan model PjBL
- X₂ = Pembelajaran dengan model konvensional

3.4 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Persiapan Penelitian

Penelitian diawali dengan melakukan studi pendahuluan yang dimulai dengan meminta izin dari pihak sekolah melalui surat izin studi pendahuluan di SMA Negeri 1 Gadingrejo yang diserahkan kepada staf Tata Usaha pada tanggal 11 Desember 2024, kemudian peneliti mendapat surat disposisi dan menghadap bidang humas untuk mendapatkan keterangan dan persetujuan menemui guru bidang studi yang bersangkutan.

Peneliti melakukan studi pendahuluan pada tanggal 12 Desember 2024 dengan mewawancarai guru mata pelajaran Fisika kelas X untuk mendapatkan informasi, berikut beberapa aspek yang diwawancarai yaitu; (1) materi dan model pembelajaran fisika; (2) kiterasi sustainabilitas, dan (3) instrumen penilaian yang digunakan dalam pembelajaran fisika. Instrumen ini terdiri atas 15 butir pertanyaan wawancara yang diberikan kepada guru. Selain melakukan wawancara peneliti juga menyampaikan rencana pelaksanaan penelitian di SMA Negeri 1 Gadingrejo dan mendiskusikan penentuan sampel yang menurut guru bidang studi dapat dilakukan penelitian. Setelah selesai wawancara peneliti mendapatkan surat keterangan telah melakukan studi pendahuluan di SMA Negeri 1 Gadingrejo.

Peneliti meminta izin resmi melalui surat izin penelitian pada tanggal 17 Januari 2025 dengan prosedur sama seperti saat melakukan izin studi pendahuluan. Peneliti dalam menentukan sampel penelitian dengan menggunakan teknik *purposive sampling* berdasarkan kemampuan peserta didik yang cenderung sama antara kelas eksperimen dan kontrol, yaitu kelas X.5 sebagai kelas eksperimen dan X.8 sebagai kelas kontrol. Kemudian peneliti mulai melakukan penelitian pada tanggal 5 Februari 2025 sampai dengan 26 Februari 2025.

3.4.2 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 1 Gadigrejo pada tanggal 5 Februari 2025 sampai dengan 26 Februari 2025 di kelas X.5 dan X.8 semester genap tahun ajaran 2025/2026. Kelas sampel yang digunakan yaitu kelas X.5 sebagai kelas eksperimen dan X.8 sebagai kelas kontrol. Kedua kelas mempelajari materi yang sama yaitu perubahan iklim. Kelas X.5 diberi perlakuan dengan menggunakan model PjBL, sedangkan kelas X.8 diberi perlakuan dengan model konvensional.

Penelitian dilaksanakan dengan mengikuti jadwal mata pelajaran fisika kelas X.5 yang dilaksanakan sebanyak 1 kali pertemuan dalam satu minggu dengan alokasi waktu 2 x 45 menit. Peneliti mendapat izin dari sekolah untuk melakukan penelitian sebanyak 4 kali pertemuan, sehingga peneliti membutuhkan waktu sebanyak 4 minggu untuk menyelesaikan penelitian. Pertemuan di kelas X.5 sebagai kelas eksperimen dilaksanakan setiap hari Selasa di jam pelajaran ke-3 dan 4 (08.40 - 10.00 WIB). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah instrumen penilaian yang digunakan (*Posttest*) untuk kedua kelas yaitu, kelas eksperimen dan kelas kontrol.

3.5 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian merupakan alat bantu yang digunakan oleh peneliti untuk mengumpulkan data penelitian dan informasi tentang variabel objektif untuk menjawab permasalahan yang terdapat dalam penelitian. Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu instrumen pengukuran literasi sustainability peserta didik yang berupa lembar tes soal. Instrumen ini digunakan pada saat *pretest* dan *posttest* dalam bentuk soal uraian.

3.6 Analisis Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian terlebih dahulu harus dilakukan uji kelayakan berupa uji validitas dan uji reliabilitas.

3.6.1 Uji Validitas

Pengujian validitas bertujuan untuk mengetahui tingkat kevalidan suatu instrumen sebelum diberikan kepada sampel penelitian. Suatu instrumen dikatakan valid jika mampu mengungkapkan data berdasarkan variabel dengan tepat. Dalam penelitian ini, menggunakan SPSS versi 26.0 dengan metode *pearson correlation* untuk melakukan uji validitas. Jika $r_{hitung} \geq r_{tabel}$ dengan taraf signifikan ($\alpha = 0,05$) maka instrumen tersebut valid. Namun jika $r_{hitung} < r_{tabel}$ maka instrumen tersebut tidak valid.

Adapun hasil uji validitas dari penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Uji Validitas Instrumen Literasi Sustainability

		Correlations						
		Soal1	Soal2	Soal3	Soal4	Soal5	Soal6	Jumlah
Soal1	Pearson Correlation	1	.416*	.372*	.165	.483**	.390*	.758**
	Sig. (2-tailed)		.014	.030	.350	.004	.022	.000
	N	34	34	34	34	34	34	34
Soal2	Pearson Correlation	.416*	1	.188	.047	.211	.512**	.576**
	Sig. (2-tailed)	.014		.287	.791	.231	.002	.000
	N	34	34	34	34	34	34	34
Soal3	Pearson Correlation	.372*	.188	1	.328	.272	.341*	.616**
	Sig. (2-tailed)	.030	.287		.058	.119	.048	.000
	N	34	34	34	34	34	34	34
Soal4	Pearson Correlation	.165	.047	.328	1	.058	.234	.534**
	Sig. (2-tailed)	.350	.791	.058		.745	.182	.001
	N	34	34	34	34	34	34	34
Soal5	Pearson Correlation	.483**	.211	.272	.058	1	.314	.586**
	Sig. (2-tailed)	.004	.231	.119	.745		.070	.000
	N	34	34	34	34	34	34	34
Soal6	Pearson Correlation	.390*	.512**	.341*	.234	.314	1	.736**
	Sig. (2-tailed)	.022	.002	.048	.182	.070		.000
	N	34	34	34	34	34	34	34
Jumlah	Pearson Correlation	.758**	.576**	.616**	.534**	.586**	.736**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.001	.000	.000	
	N	34	34	34	34	34	34	34

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Tabel 7 menunjukkan bahwa nilai *pearson correlation* dari seluruh soal yang diberikan lebih dari nilai r_{tabel} . Nilai r_{tabel} untuk $N = 36$ adalah 0,329. Selain itu nilai *Sig. (2-tailed)* yang diperoleh seluruh soal yang diberikan adalah $< 0,05$. Sehingga sapat dikatakan bahwa seluruh soal dinyatakan valid berdasarkan pengambilan keputusan dengan menggunakan nilai r_{hitung} dengan r_{tabel} dan nilai *Sig. (2-tailed)*.

3.6.2 Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas dilakukan untuk melihat reliabel atau tidaknya instrumen yang akan digunakan. Reliabilitas suatu instrumen digunakan untuk menunjukkan tingkat kepercayaan suatu instrumen untuk digunakan dalam penelitian. Uji reliabilitas pada penelitian ini menggunakan SPSS versi 26.0 dengan metode *Cronbach's Alpha*. Kriteria reliabilitas sebuah instrumen dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Kriteria Reliabilitas Instrumen

Nilai	Keterangan
$0,80 < r \leq 1,00$	Reliabilitas sangat tinggi
$0,60 < r \leq 0,80$	Reliabilitas tinggi
$0,40 < r \leq 0,60$	Reliabilitas sedang
$0,20 < r \leq 0,40$	Reliabilitas rendah
$0,00 < r \leq 0,20$	Reliabilitas sangat rendah

(Rusman, 2023:118)

Berdasarkan kriteria pada Tabel 8 dapat dikatakan bahwa jika nilai *Cronbach's Alpha* lebih besar dari r_{tabel} maka soal *pretest* dan *posttest* yang digunakan sebagai instrumen dinyatakan reliabel atau konsisten. Sebaliknya, jika nilai *Cronbach's Alpha* lebih kecil dari r_{tabel} maka soal *pretest* dan *posttest* yang digunakan dinyatakan tidak reliabel atau tidak konsisten (Rusman, 2023:118).

Adapun hasil pengujian hasil pengujian nilai *Cronbach's Alpha* yang diperoleh dari Instrumen Literasi Sustainability. Hasil Uji tersebut dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Uji Reliabilitas Instrumen Literasi Sustainabilias

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.689	6

Tabel 9 menunjukkan bahwa nilai *Cronbach's Alpha* sebesar 0,689. Nilai tersebut kurang dari 0,80, berdasarkan kriteria reliabilitas instrumen pada Tabel 9 intrumen literasi sustainabilitas dapat dikatakan reliabel dengan kategori tinggi.

3.7 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan cara untuk memperoleh data yang mendukung untuk pencapaian tujuan penelitian. Pengumpulan data yang pada penelitian ini menggunakan instrumen tes berupa soal uraian yang digunakan pada saat *pretest* dan *posttest* dan dikerjakan oleh peserta didik dari kelas eksperimen maupun kelas kontrol.

3.8 Teknik Analisis Data

Berdasarkan data yang diperoleh, peneliti melakukan uji analisis data menggunakan analisis uji statistik. Analisis uji statistik digunakan untuk membandingkan rata-rata nilai kemampuan awal peserta didik pada saat *pretest* dengan kemampuan akhir peserta didik setelah *posttest* pada kelas sampel.

3.8.1 *N-Gain*

Perhitungan *N-gain* digunakan untuk menganalisis peningkatan literasi sustainabilitas peserta didik sesudah dilakukan pembelajaran berdasarkan nilai

pretest dan *posttest*. *N-gain* diperoleh dari selisih antara skor *posttest* dengan skor *pretest* kemudian dibagi dengan skor maksimum dikurang skor *pretest*. Jika dituliskan dalam persamaan adalah sebagai berikut:

$$\text{Normalised Gain } (g) = \frac{\text{Posttest Score} - \text{Pretest Score}}{\text{Maximum Score} - \text{Pretest Score}}$$

Keterangan:

g = *N-gain*

S_{post} = Skor *posttest*

S_{pre} = Skor *pretest*

S_{max} = Skor maksimum

Kriteria interpretasi *N-gain* dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Kriteria Interpretasi *N-gain*

<i>N-Gain</i>	Kriteria Interpretasi
$0,7 \leq N\text{-gain} \leq 1$	Tinggi
$0,3 \leq N\text{-gain} < 0,7$	Sedang
$N\text{-gain} < 0,3$	Rendah

(Meltzer, 2002)

3.8.2 Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui suatu sampel penelitian berdistribusi secara normal atau sebaliknya. Uji normalitas dilakukan dengan menggunakan uji statistik *One Sample Kolmogorov-Smirnov* menggunakan SPSS 26.0. Uji *Kolmogorov-Smirnov* akan menggunakan ketentuan:

H_0 : Data terdistribusi normal.

H_1 : Data tidak berdistribusi normal.

Dengan dasar pengambilan keputusan:

- a. Apabila nilai Sig. atau nilai probabilitas $> 0,05$, maka H_0 diterima, yang artinya data berdistribusi secara normal.
- b. Apabila nilai Sig. atau nilai probabilitas $\leq 0,05$, H_0 ditolak. yang artinya data tidak berdistribusi secara normal.

3.9 Pengujian Hipotesis

Pengujian hipotesis pada penelitian ini menggunakan uji *Man Withney* dengan SPSS 26.0. Uji *Man Withney* digunakan jika data yang diperoleh tidak terdistribusi normal dan tidak homogen untuk menganalisis data dan mengetahui apakah hasilnya sesuai dengan hipotesis yang diharapkan.

3.9.1 Uji *Man Withney*

Uji *Man Withney* dilakukan untuk menguji hipotesis dengan menggunakan sampel yang tidak terdistribusi normal. Uji *Man Withney* dilakukan untuk mengetahui terdapat perbedaan atau tidaknya antara kedua kelompok sampel sebelum dan setelah diberi perlakuan menggunakan model PjBL pada kelas eksperimen dan model pembelajaran konvensional pada kelas kontrol.

Hipotesis yang diujikan yaitu sebagai berikut:

- H_0 : Tidak ada perbedaan yang signifikan nilai *N-gain* literasi sustainabilitas peserta didik pada materi perubahan iklim antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol.
- H_1 : Terdapat perbedaan yang signifikan nilai *N-gain* literasi sustainabilitas peserta didik pada materi perubahan iklim antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol.

Dasar pengambilan keputusan untuk menerima atau menolak H_0 pada uji ini adalah:

- a. Jika nilai *asympt. Sig.* atau probabilitas $< 0,05$, maka H_0 ditolak. Jadi, dapat dikatakan terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua variabel yang diuji.
- b. Jika nilai *asympt. Sig.* atau probabilitas $\geq 0,05$, maka H_0 diterima. Jadi, dapat dikatakan tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara variabel yang diuji.

3.9.2 *Effect Size*

Nilai *effect size* menunjukkan besarnya pengaruh dari variabel bebas terhadap variabel terikat dalam sebuah penelitian. Dalam penelitian ini, besarnya nilai *effect size* diasumsikan sebagai besarnya efektifitas model PjBL terhadap literasi sustainabilitas. Ketentuan interpretasi *effect size* dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Interpretasi *Effect Size*

Nilai <i>Effect Size</i>	Interpretasi
$0,8 \leq d \leq 2,0$	Tinggi
$0,5 \leq d \leq 0,8$	Sedang
$0,2 \leq d \leq 0,5$	Rendah

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa model *Project Based Learning* (PjBL) efektif dalam melatih literasi keberlanjutan peserta didik pada materi perubahan iklim pada taraf kepercayaan 95%. Hal ini dilihat dari hasil uji beda rata-rata *N-gain* kelas eksperimen dan kelas kontrol menggunakan uji *man withney* yang menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan nilai rata-rata *N-gain* kelas eksperimen sebesar 0,59 dengan kategori sedang dan nilai rata-rata *N-gain* pada kelas kontrol sebesar 0,27 dengan kategori rendah. Hasil penelitian ditemukan bahwa pembelajaran dengan model PjBL dapat meningkatkan kemampuan peserta didik dalam ketiga aspek literasi keberlanjutan, yaitu aspek pengetahuan meningkat senilai 0,60, aspek keterampilan meningkat senilai 0,69, dan aspek sikap meningkat senilai 0,68.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa model PjBL efektif dalam meningkatkan literasi keberlanjutan peserta didik pada materi perubahan iklim secara signifikan. Oleh karena itu, pendidik disarankan untuk mengadakan penelitian lebih lanjut tentang model pembelajaran PjBL pada materi lain yang karakteristiknya berbeda dengan materi perubahan iklim untuk memperoleh hasil yang lebih akurat dalam peningkatan literasi keberlanjutan peserta didik melalui pendidikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Açıklan, Ş. N., Sari, E., & Erçetin, Ş. Ş. (2024). Role of Education in Awareness on Climate Change. *Current Perspectives in Social Sciences*, 28(1), 56–63.
- Adam, W., Permanasari, A., & Hamidah, I. (2021). Sustainability Literacy of Student's Junior High School at Science Learning in Schools. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 22(2), 206–214.
- Aldrian, E., Karmini, M., & Budiman, D. B. (2011). *Adaptasi dan mitigasi perubahan iklim di Indonesia*. Pusat Perubahan Iklim dan Kualitas Udara, Kedepatian Bidang Klimatologi, Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika.
- Andriyatno, I., Purwianingsih, W., Solihat, R., Gusti, U. A., & Yusni, D. (2024). Improving Students' Collaboration Skills Through Project-Based Learning on Environmental Change Material. *The Eurasia Proceedings of Educational & Social Sciences (EPESS)*, 34, 71–79.
- Anggraini, D., Abdurrahman, A., & Herlina, K. (2023). Development of Learning Program Based on Multiple Representations Integrated with PjBL-STEM to Foster Students' Sustainability Literacy. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Keilmuan (JPFK)*, 8(2), 253.
- Ariandini, N & Hidayati, A. (2023). Pembelajaran Adaptif dalam Kurikulum Merdeka: Integrasi Teori Behavioristik, Kognitif, dan Konstruktivis dalam Teknologi Pendidikan. *Jurnal Kependidikan Media*.12(3), 158-164.
- Ayu, M., Aghniya, S. M., Nofri, B. A., & Indriasari, R. (2023). Penerapan Project-Based Learning pada Topik Pengelolaan Sampah untuk Meningkatkan Sustainability Literacy Siswa Terdampak Gempa Bumi. *EDUFORTECH*, 8(1), 61–70.
- Azizah, Z. F., Karyanto, P., Prayitno, B. A., & Sapartini, R. R. (2017). Penguatan Kesiapan Berperilaku Ramah Lingkungan Siswa SMA melalui Pengembangan Pedagogi Spesifik Berbasis PjBL pada Mata Pelajaran Ekologi. *Proceeding Biology Education Conference*, 14(1), 415–423.

- Azizah, Z., Solfema, Hadiyanto, Gistituanti N., Iswari, M., & Jamaris. (2023). Project Based Learning with an Andragogical Approach in Equality Education Package C: a Review. *International Journal Of Humanities Education and Social Sciences (IJHESS)*, 2(4), 1234–1240.
- Bada, & Olusegun, S. (2015). The psychogenesis of Knowledge and its Epistemological Significance. *Journal of Research and Method in Education*, 5(6), 23–34.
- Budiwan, J. (2018). Pendidikan orang dewasa (andragogy). *Qalamuna*, 10(2), 107–135.
- Chen, C., An, Q., Zheng, L., & Guan, C. (2022). Sustainability literacy: assessment of knowingness, attitude and behavior regarding sustainable development among students in China. *Sustainability*, 14(9), 4886.
- Diamond, S. & Irwin, S. (2013). Using e-learning for student sustainability literacy: framework and review. *International Journal of Sustainability in Higher Education*. 14(4), 338 – 348.
- Faslia. Aswat, H. Aminu, N. (2023). Pelibatan Model Projek Based Learning pada Pembelajaran Ilmi Pengetahuan Sosial (IPS) Menuju Pelajar Pancasila pada Jenjang Sekolah Dasar. *Jurnal BASICEDU*, 7(6), 3895-3904.
- Fauziah, D. A., Erman, E., Susiyawati, E., & Budiyanto, M. (2023). Implementation of project-based learning models to improve science literacy of junior high school students. *Jurnal Pijar Mipa*, 18(2), 176–182.
- Firmanshah. M, Abdullah, N. & Fariduddin, M. (2023). The Relationship of School Students' Environmental Knowledge, Attitude, Behavior, and Awareness toward the Environment: A Systematic Review. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 12(1).
- Fowler, R. R., & Su, M. P. (2018). Gendered risks of team-based learning: A model of inequitable task allocation in project-based learning. *IEEE Transactions on Education*, 61(4), 312-318.
- Ghaniyyu, F. F., & Husnita, N. (2021). Upaya Pengendalian Perubahan Iklim Melalui Pembatasan Kendaraan Berbahan Bakar Minyak Di Indonesia Berdasarkan Paris Agreement. *Jurnal Ilmu Hukum*, 7(1), 110–129.
- Indra, E. F., & Eliza, D. (2024). Efektivitas Project Based Learning Terhadap Karakter Peduli Lingkungan Anak. *Journal of Education Research*, 5(4), 5820–5833.

- Indriyani, S., Afandi, A., & Wahyuni, E. S. (2020). Literasi Lingkungan Dan Kesadaran Lingkungan: Potensi Dan Tantangan Dalam Pendidikan Abad 21. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan*.239-245.
- Isa, Z. C., & Azid, N. (2021). Embracing TVET Education: The Effectiveness of Project Based Learning on Secondary School Students' Achievement. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 10(3), 1072-1079.
- Kamaliyah, R. N., & Alrianingrum, S. (2022). Pengaruh Model Project Based Learning Terhadap Tingkat Pemahaman Siswa pada Pembelajaran Sejarah Kelas X IPS SMA Negeri 20 Surabaya. *Avatara*, 12(3).
- Kerry, V., & Sayeed, S. (2024). Advancing the Climate Change and Health Nexus : The 2024 Agenda. *PLOS Global Public Health*, 4(3), 1–5.
- Knowles, M. S. (1973). *The Adult Learner: A Neglected Species*. Gulf Publishing Company.
- Kuehl, C., Sparks, A. C., Hodges, H., & Smith, E. R. (2023). Exploring Sustainability Literacy: Developing and Assessing a Pottom-Up Measure of What Students Know about Sustainability. *Frontiers in Sustainability*, 4.
- Kurniati, I., Malik, A. S., Maslachah, A., Muchtar, H. S., & Sulastini, R. (2022). Pendekatan Andragogi Pada Proses Pembelajaran Di Institut. *Jurnal Ilmu Pendidikan (ILPEN)*, 1(1), 46–51.
- Ling, S., Landon, A., Tarrant, M., & Rubin, D. (2021). The Influence of Instructional Delivery Modality on Sustainability Literacy. *Sustainability*, 13(18), 1–14.
- Luthfia, S. (2025). Learning Approach to Climate Change Education as a Framework for Sustainability Education: A Systematic Review of Literature. *International Journal of Contemporary Educational Research*, 9(1), 32–47.
- Made, A. M., Ambiyar, A., Riyanda, A. R., Sagala, M. K., & Adi, N. H. (2022). Implementasi Model Project Based Learning (PjBL) dalam Upaya Meningkatkan Hasil Belajar Mahasiswa Teknik Mesin. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(4), 5162–5169.
- Malihah, L. (2022). Tantangan Dalam Upaya Mengatasi Dampak Perubahan Iklim dan Mendukung Pembangunan Ekonomi Berkelanjutan: Sebuah Tinjauan. *Jurnal Kebijakan Pembangunan*, 17(2), 219–232.
- Masgumelar, N. K., & Mustafa, P. S. (2021). Teori Belajar Konstruktivisme dan Implikasinya dalam Pendidikan dan Pembelajaran. *Islamic Education Journal*, 2(February), 49–57.

- Meltzer, D. E. (2002). The Relationship Between Mathematics Preparation and Conceptual Learning Gains in Physics: A possible “Hidden Variable” in Diagnostic Pretest Scores. *American Journal of Physics*, 70(12), 1259–1268.
- Mulyadiprana, A., Rahman, T., Hamdu, G., & Yulianto, A. (2023). Kesadaran Keberlanjutan Siswa pada Aspek Pengetahuan Melalui Penerapan Program Education For Sustainable Development (ESD) di Sekolah Dasar. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 5(1), 577–585.
- Mulyani, I., Syukur, A., & Karnan, K. (2024). Pengembangan Bahan Ajar Model PJBL Berbasis Ekosistem Mangrove untuk Meningkatkan Literasi Sains Ekowisata Siswa SMAN 1 Lembar. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 9(3), 1549–1555.
- Nurhadi. (2020). Teori Kognitivisme serta Aplikasinya dalam Pembelajaran. *Jurnal Edukasi Dan Sains*, 2(1), 77–95.
- Nurhidayah, I. J., Wibowo, F. C., & Astra, I. M. (2021). Project Based Learning (PjBL) Learning Model in Science Learning: Literature review. *Journal of Physics: Conference Series*, 2019(1).
- Nurhidayati, E. (2017). Constructivism Pedagogy in Indonesian Education Practice. *Indonesia Journal of Educational Counseling*, 1(1), 1–14.
- Pratama, M. A., Permatasari, I., Pitriani, Y., & Fitri, G. (2024). Efektivitas Model Pembelajaran Project Based Learning Terhadap Kemampuan Literasi Sains Dan Literasi Digital Peserta Didik Madrasah Tsanawiyah. *Jurnal Riset dan Inovasi Pendidikan Sains (JRIPS)*. 3(2). 86-96.
- Purwati, N., Muspiroh, N., & Isfiani, I. R. (2023). Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning Berbantuan Geogebra Untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Numerasi. *Jurnal Pendidikan Biologi Undiksha*, 10(3), 1–13.
- Putri, A. A., Hidayat, T., & Supriatno, B. (2023). Senior High School Students Perception on Sustainability Literacy in Biology Learning. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(7), 5737–5744.
- Putri, A., Nurhafifah, I., Purbasari, N., Wardani, R. A., & Wahdiati, A. (2024). Student Creativity in Poster Making Using Project Based Learning. *Indonesian Journal of Biology Education*, 7(1), 1–6.
- Rahman, V. S. P. (2019). Strategi Indonesia Dalam Mengatasi Perubahan Iklim Melalui Kerjasama Internasional. *Mimbar: Jurnal Penelitian Sosial Dan Politik*, 11(1), 98–103.

- Rais, M., Yahya, M., Jamaluddin, & Purnamawati. (2021). Comparing Project-Based Learning and Problem-Based Learning to Foster 21st-Century Learning Skills in Agricultural Seaweed Product. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 16(3), 1217–1230.
- Ramadhana, S. D., Norra, B. I., & Rasyida, N. (2022). Keefektifan Perangkat Pembelajaran Daring Dengan Model PjBL-STEM Pada Materi Lingkungan Untuk Meningkatkan Literasi Lingkungan. *Jurnal Pendidikan*. 6(2). 75-81.
- Riskayanti, Y. (2021). Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis, Komunikasi, Kolaborasi Dan Kreativitas Melalui Model Pembelajaran Project Based Learning Di SMA Negeri 1 Seteluk. *SECONDARY: Jurnal Inovasi Pendidikan Menengah*, 1(2), 19–26.
- Rusman, T. (2023). *Statistik Inferensial dan Aplikasi SPSS*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Setiawan, M. A. (2020). *Belajar dan Pembelajaran*. Jawa Timur: Uwais Inspirasi Indonesia.
- Setiawan, A. R., & Indriani, Y. (2021). Implementation Of Project-Based Learning With Andragogy Approach to Improve Conceptual Understanding and Environmental Awareness. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 10(4), 512-519
- Siregar, S., Djulia, E., Hasruddin. (2015). Pengaruh Model Pembelajaran terhadap Penguasaan Konsep Siswa, *Seminar Nasional XII Pendidikan Biologi FKIP UNS*.4(6).
- Sunarmi, N., Kumailia, E. N., Nurfaiza, N., Nikmah, A. K., Aisyah, H. N., Sriwahyuni, I., & Lailly, S. N. (2022). Analisis Faktor Unsur Cuaca Terhadap Perubahan Iklim di Kabupaten Pasuruan pada Tahun 2021 dengan Metode Principal Component Analysis. *Newton-Maxwell Journal of Physics*, 3(2), 56-64.
- Triantafyllou, S. A. (2022). Constructivist Learning Environments. *Research in Teaching and Education*, April, 15-25.
- Wulandari, R. (2021). Characteristics and Learning Models of the 21st Century. *International Conference of Economics Education and Entrepreneurship (ICEEE 2020)*.
- Yusri, Y. (2013). Strategi Pembelajaran Andragogi. *Al-Fikra : Jurnal Ilmiah Keislaman*, 12(1), 25.
- Zhang, L., & Ma, Y. (2023). A Study Of The Impact Of Project-Based Learning On Student Learning Effects : A Meta-Analysis Study. *Frontiers in Psychol*, 14, 1–14.