

**PENGARUH MODEL *PROBLEM-BASED LEARNING* (PBL) TERIMPLEMENTASI
DEEP LEARNING BERBANTUAN *ARTICULATE STORYLINE* TERHADAP
LITERASI LINGKUNGAN DAN *SUSTAINABILITY AWARENESS*
PESERTA DIDIK SMA PADA MATERI PERUBAHAN IKLIM**

(Skripsi)

Oleh

**ARIQAH AULIA FAKHI RACHMAN
NPM. 2213024014**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

ABSTRAK

PENGARUH MODEL *PROBLEM-BASED LEARNING* (PBL) TERIMPLEMENTASI *DEEP LEARNING* BERBANTUAN *ARTICULATE STORYLINE* TERHADAP LITERASI LINGKUNGAN DAN *SUSTAINABILITY AWARENESS* PESERTA DIDIK SMA PADA MATERI PERUBAHAN IKLIM

Oleh

Ariqah Aulia Fakhi Rachman

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh model *Problem-Based Learning* (PBL) terimplementasi *deep learning* berbantuan *Articulate storyline* terhadap literasi lingkungan dan *sustainability awareness* peserta didik kelas X pada materi perubahan iklim di SMA Negeri 6 Bandar Lampung. Jenis penelitian ini adalah *quasi eksperimen* dengan desain *pretest-posttest nonequivalent control group*. Sampel penelitian diambil menggunakan teknik *purposive sampling*, yang terdiri dari 30 peserta didik masing-masing pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Instrumen pengumpulan data meliputi tes kognitif literasi lingkungan, angket *sustainability awareness*, serta lembar observasi aktivitas belajar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi model PBL berbasis *deep learning* berpengaruh signifikan terhadap peningkatan literasi lingkungan peserta didik. Hal ini dibuktikan melalui uji t-test dengan nilai signifikansi ($0,00 < 0,05$). Rata-rata *N-Gain* kelas eksperimen sebesar 0,44 (kategori sedang) lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol sebesar 0,26. Indikator tertinggi dicapai pada analisis isu lingkungan *N-Gain* 0,99, sedangkan indikator terendah pada perancangan penyelesaian masalah *N-Gain* 0,35. Selain itu, rata-rata skor *sustainability awareness* secara keseluruhan mencapai 78,09% (kategori sangat tinggi). Uji *Effect Size* sebesar 1,07 menunjukkan bahwa model ini memberikan pengaruh dalam kategori besar. Dengan demikian model PBL terimplementasi *deep learning* berbantuan *Articulate storyline* efektif dalam meningkatkan literasi lingkungan dan *sustainability awareness* peserta didik pada materi perubahan iklim.

Kata Kunci: *Articulate Storyline, Deep Learning, Literasi Lingkungan, Problem-Based Learning, Perubahan Iklim, Sustainability Awareness.*

ABSTRACT

THE EFFECT OF PROBLEM-BASED LEARNING (PBL) IMPLEMENTED WITH DEEP LEARNING ASSISTED BY *ARTICULATE STORYLINE* ON THE ENVIRONMENTAL LITERACY AND SUSTAINABILITY AWARENESS OF HIGH SCHOOL STUDENTS IN MATERIAL CLIMATE CHANGE

By

Ariqah Aulia Fakhi Rachman

This study aims to determine the effect of the Problem-Based Learning (PBL) model implemented with deep learning assisted by Articulate storyline on the environmental literacy and sustainability awareness of tenth-grade students regarding climate change materials at SMA Negeri 6 Bandar Lampung. This research is a quasi-experimental study using a pretest-posttest nonequivalent control group design. The research sample was selected using a purposive sampling technique, consisting of 30 students each in the experimental and control classes. Data collection instruments included environmental literacy cognitive tests, sustainability awareness questionnaires, and learning activity observation sheets. The results showed that the implementation of the Deep Learning-based PBL model had a significant effect on improving students' environmental literacy. This was evidenced by the t-test results with a significance value of $0.00 < 0.05$. The average N-Gain for the experimental class was 0.44 (medium category), which was higher than the control class at 0.26. The highest indicator was achieved in environmental issue analysis N-Gain 0.99, while the lowest indicator was found in problem-solving design N-Gain 0.35. Furthermore, the overall average sustainability awareness score reached 78.09% (very high category). An Effect Size test of 1.07 indicated that this model provided an influence in the large category. In conclusion, the PBL model implemented with deep learning assisted by Articulate storyline is effective in improving students' environmental literacy and sustainability awareness regarding climate change materials.

Keyword *Climate Change, Deep Learning, Environmental Literacy, Problem-Based Learning, Sustainability Awareness.*

**PENGARUH MODEL *PROBLEM-BASED LEARNING* (PBL) TERIMPLEMENTASI
DEEP LEARNING BERBANTUAN *ARTICULATE STORYLINE* TERHADAP
LITERASI LINGKUNGAN DAN *SUSTAINABILITY AWARENESS*
PESERTA DIDIK SMA PADA MATERI PERUBAHAN IKLIM**

Oleh

Ariqah Aulia Fakhi Rachman

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PENDIDIKAN

Pada

**Program Studi Pendidikan Biologi
Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

Judul Skripsi : PENGARUH MODEL *PROBLEM-BASED LEARNING (PBL)* TERIMPLEMENTASI *DEEP LEARNING* BERBANTUAN *ARTICULATE STORYLINE* TERHADAP LITERASI LINGKUNGAN DAN *SUSTAINABILITY AWARENESS* PESERTA DIDIK SMA PADA MATERI PERUBAHAN IKLIM

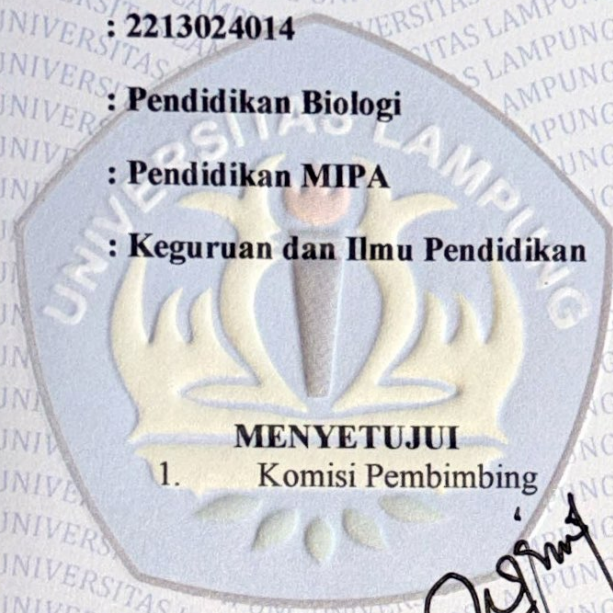
Nama Mahasiswa : Ariqah Aulia Fakhri Rachman

Nomor Pokok : 2213024014

Program Studi : Pendidikan Biologi

Jurusan : Pendidikan MIPA

Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan



MENYETUJUI

1. **Komisi Pembimbing**

F-H.
Rini Rita T. Marpaung, S.Pd., M.Pd.
NIP 19770715 200801 2 020

Wisnu Juli Wiono, S.Pd., M.Pd.
NIP 19880707 201903 1 014

2. **Ketua Jurusan Pendidikan MIPA**

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

MENGESAHKAN

1. **Tim Penguji**

Ketua

: Rini Rita T. Marpaung, S.Pd, M.Pd.

Rini Rita T. Marpaung
.....

Sekretaris

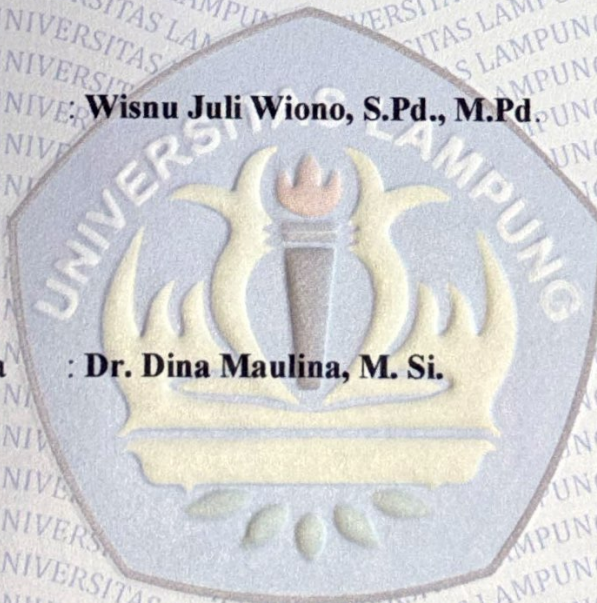
: Wisnu Juli Wiono, S.Pd., M.Pd.

Wisnu Juli Wiono
.....

Penguji Utama

: Dr. Dina Maulina, M. Si.

Dr. Dina Maulina
.....



2. **Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan**



Dr. Albet Maydiantoro, S.Pd., M. Pd.

NIP. 198705042014041001

Dr. Albet Maydiantoro
.....

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 25 Mei 2026

PERNYATAAN SKRIPSI MAHASISWA

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Ariqah Aulia Fakhi Rachman
Nomor Pokok Mahasiswa : 2213024014
Program Studi : Pendidikan Biologi
Jurusan : Pendidikan MIPA

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

Apabila ternyata kelak dikemudian hari terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka saya akan bertanggungjawab sepenuhnya.

Bandar Lampung, 17 Maret 2026
Yang Menyatakan



Ariqah Aulia Fakhi Rachman
NPM.2213024014

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama lengkap Ariqah Aulia Fakhri Rachman. Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 26 Juni 2004 merupakan anak pertama dari tiga bersaudara, putri dari Bapak Alm. Abdur Rachman Yusuf dengan ibu Siti Soleha. Penulis beralamat di Perumahan Nusantara Permai Blok D1 No. 1 Sukabumi, Bandar Lampung.

Penulis mengawali pendidikan di SD Negeri 5 Talang (2010-2016), SMP 25 Bandar Lampung pada tahun 2016-2019, dan SMA YP UNILA (2019-2022). Pada tahun 2022 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Pendidikan Biologi Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN. Pada tahun 2025, penulis melaksanakan program kuliah kerja nyata (KKN Kampus Merdeka-Merdeka Belajar) dan pengenalan lingkungan persekolahan (PLP) di Desa Bumi Sentosa, Kecamatan Rawajitu Timur, Kabupaten Tulang Bawang, Provinsi Lampung.

Selain menempuh Pendidikan di Program Studi Pendidikan Biologi, penulis mengikuti organisasi kampus dan pernah menjadi Anggota Divisi Dana Usaha Himasakta serta aktif di himpunan Pendidikan Biologi (Formandibula) sebagai Anggota Divisi Dana Usaha Formandibula. Penulis juga banyak bergabung dalam kepanitiaan formandibula dan Himasakta, serta memiliki pengalaman menjadi Asisten Praktikum Matakuliah Fisiologi Hewan pada tahun 2025.

MOTTO

"Dan ketetapan Allah itu adalah suatu ketetapan yang pasti berlaku"

(Q.S Al-Ahzab: 38)

"Sesungguhnya Allah tidak mengubah keadaan sesuatu kaum sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri."

(Q.S. Ar-Ra'd: 11)

"Allah kelak akan memberikan kelapangan sesudah kesempitan."

(QS. At-Thalaq: 7)

“Wanita harus berusaha untuk mandiri, berpengetahuan, dan terampil.”

(Dewi Sartika)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahahirabbil'aalamiin

Segala puji bagi Allah swt atas rahmat dan nikmat yang tak terhitung kepada penulis dalam mengerjakan skripsi ini, sehingga penulis sampai pada tahap ini. Sholawat serta salam semoga selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW

Saya persembahkan karya ini sebagai tanda bakti dan cinta kasih kepada:

Orang Tuaku

Ayah (Alm. Abdur Rachman Yusuf) dan Ibu (Siti Soleha)

Terima kasih atas cinta, kasih sayang, motivasi, ilmu, serta segala usaha dalam memperjuangkan pendidikanku. Terima kasih telah melangitkan doa yang tak pernah putus. Kepercayaan dan rasa bangga yang selalu Ayah dan Ibu berikan menjadi alasan bagiku untuk terus bertahan dan melangkah, hingga akhirnya aku mampu membumikan mimpi di titik ini. Setiap lembar skripsi ini adalah bukti nyata keberhasilan Ayah dan Ibu dalam mendidikku.

Adikku

(Zayyanah Nabila Fr) dan (Muhammad Rifai Husin)

Terima kasih selalu menjadi tempat berbagi canda, tawa, serta memberi semangat. Semoga skripsi ini menjadi motivasi dalam meraih cita-cita setinggi mungkin. .

Para Pendidik (Guru dan Dosen)

Terima kasih atas bimbingan, ilmu, dan nasihat yang telah memberikan pembelajaran berharga selama menempuh pendidikan.

Almamater Universitas Lampung tercinta.

SANWACANA

Puji syukur kehadirat Allah SWT. Tuhan YME atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Pengaruh Model *Problem-Based Learning* Terimplementasi *Deep Learning* Berbantuan *Articulate storyline* Terhadap Literasi Lingkungan Dan Sustainability Awereness Peserta didik SMA Kelas X Pada Materi Perubahan Iklim.” Shalawat serta salam tak lupa penulis sanjung haturkan kepada Nabi Muhammad SAW. yang membawa manusia dari kegelapan menuju ilmu pengetahuan. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana Pendidikan Biologi di Jurusan Pendidikan MIPA, Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Lampung.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari peranan dan bantuan berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Albet Maydiantoro, S.Pd., M.Pd. selaku Dekan FKIP Universitas Lampung;
2. Ibu Dr. Nurhanurawati, M.Pd., selaku Ketua Jurusan PMIPA FKIP Universitas Lampung;
3. Ibu Rini Rita T. Marpaung, S.Pd, M.Pd., selaku Koordinator Program Studi Pendidikan Biologi dan selaku pembimbing I yang telah bersedia meluangkan waktu untuk membimbing, memberikan perhatian, motivasi, semangat, serta saran dan masukan dalam proses penyelesaian skripsi ini.
4. Bapak Wisnu Juli Wiono, S.Pd., M.Pd., selaku pembimbing II yang telah membimbing serta memberikan masukan, motivasi dalam proses penyelesaian skripsi;

5. Ibu Dr. Dina Maulina, M.Si. selaku dosen pembahas yang telah bersedia memberikan masukan dan saran perbaikan yang sangat berharga, sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik;
6. Seluruh dosen dan staff prodi atas motivasi dan ilmu yang telah diberikan;
7. Ibu Anggraini Rahayu, S.Pd. dan Ibu Nurlia, S.Pd. selaku guru pengampu mata pelajaran biologi kelas X dan pembimbing selama menjalankan penelitian telah memberi semangat dan dukungan serta siswa-siswi kelas X.8 dan X.9 atas kerjasama dalam membantu penulis selama melakukan penelitian;
8. Untuk Eyang penulis tersayang, Almh. Yatiem, terima kasih atas segala limpahan kasih sayang & doa yang tak pernah putus kini, salammu sudah tersampaikan dengan indah di setiap lembar perjuangan penulis;
9. Keluarga besar penulis "*Eyang Family*", terima kasih atas segala dukungan, doa, motivasi yang diberikan kepada penulis. Semoga Allah SWT memberikan balasan berlipat ganda kepada kalian dan menjadi motivasi dalam meraih pendidikan;
10. Untuk sahabat yang sudah seperti saudara bagi penulis, "*Rip Brio*" Azrofa Hanny Hastika, Jihan Safirah, Salsabilla Azzahra, Aisyah Nabila Antolin & Elvira Qonita. Terima kasih sudah mau berbagi suka & duka dengan penulis dari awal perkuliahan hingga sekarang. Semoga setiap langkah yang kita tempuh hari ini menjadi awal dari mimpi-mimpi besar yang akan kita raih di masa depan;
11. Untuk sahabat penulis (Salwa & Diva) terima kasih sudah kebersamaan penulis dari masa sekolah hingga akhirnya kita berhasil meraih gelar sarjana bersama. Semoga langkah kita ke depan selalu dipenuhi keberkahan dan kesuksesan.
12. Teman-teman "*Galilea*" Pendidikan Biologi 2022 Kelas A terima kasih telah memberikan banyak cerita suka, duka, dan berbagi pengetahuan selama perkuliahan. Semoga kesuksesan senantiasa menyertai langkah kita ke depannya;
13. Teman-teman sekelompok KKN Desa Bumi Sentosa yang telah mendukung dan memberikan pengalaman berharga serta kebersamaan.

14. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, namun telah mengiringi langkah penulis dengan doa, semangat, dan dukungan di setiap prosesnya. Semoga kebaikan kalian dibalas dengan hal yang berlipat ganda.

Semoga bantuan, bimbingan serta kontribusi yang telah diberikan, dapat diberkati oleh Tuhan Yang Maha Esa. Besar harapan penulis semoga skripsi ini dapat berguna dan memberikan manfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, 17 Maret 2026
Penulis,

Ariqah Aulia Fakhi Rachman
NPM. 2213024014

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR LAMPIRAN	v
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan.....	6
1.4 Manfaat.....	6
1.5 Ruang Lingkup	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Model <i>Problem-Based Learning</i>	9
2.2 <i>Deep Learning</i>	12
2.3 <i>Articulate Storyline</i>	16
2.4 Literasi Lingkungan	18
2.5 <i>Sustainability Awareness</i>	21
2.6 Materi Perubahan Iklim	23
2.7 Kerangka Berpikir	25
2.8 Hipotesis Penelitian	29
III. METODE PENELITIAN	30
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	30
3.2 Populasi Penelitian	30
3.3 Desain Penelitian	30
3.4 Prosedur Penelitian.....	31
3.5 Jenis dan Teknik Pengumpulan Data	33
3.6 Instrumen Penelitian.....	36
3.7 Teknik Analisis Data	38

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	43
4.1 Hasil Penelitian.....	43
4.2 Pembahasan	47
V. KESIMPULAN DAN SARAN	62
5.1 Kesimpulan.....	62
5.2 Saran.....	62
DAFTAR PUSTAKA.....	64
LAMPIRAN.....	70

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1 Sintaks Model <i>Problem-Based Learning</i>	10
Tabel 2 Indikator Literasi Lingkungan	19
Tabel 3 Keluasan dan Kedalaman Materi Perubahan Iklim	24
Tabel 4 Desain Penelitian <i>Non Equivalent Control Group Design</i>	31
Tabel 5 Kategori Kemampuan Literasi Lingkungan	34
Tabel 6 Kriteria Penilaian <i>Skala Likert</i>	35
Tabel 7 Kriteria Interpretasi Hasil Penilaian Instrumen	35
Tabel 8 Hasil Uji Ahli Validitas Instrumen	36
Tabel 9 Kisi-Kisi Soal <i>Pretest-Posttest</i>	37
Tabel 10 Kisi-Kisi Angket <i>Sustainability Awarness</i>	37
Tabel 11 Kriteria Tingkat (N-Gain).....	38
Tabel 12 Kriteria Interpretasi Nilai <i>Effect size</i>	40
Tabel 13 Interpretasi <i>Sustainability Awareness</i>	41
Tabel 14 Kriteria Angket Tanggapan Peserta Didik.....	42
Tabel 15. Nilai <i>N-Gain</i> dari KKLL	43
Tabel 16. Hasil Uji Statiska KKLL	44
Tabel 17. Hasil Uji <i>Effect Size</i> KKLL	45
Tabel 18. Hasil Perhitungan Persentase <i>Sustainability Awareness</i> Peserta Didik	46
Tabel 19 Hasil Tes KKLL di Kelas Eksperimen	161
Tabel 20 Hasil Tes KKLL di Kelas Kontrol.....	162
Tabel 21 Hasil Uji Prasyarat, Independent Sample <i>T-Test</i> dan <i>Effect Size</i> KKLL.....	163

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 Kerangka Pikir Penelitian	28
Gambar 2 Hubungan antara Variabel Bebas dan Variabel Terikat	29
Gambar 3. Grafik Perbedaan KKLL Peserta Didik Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol.....	45
Gambar 4. Jawaban Postest Peserta Didik Dalam Menganalisis Isu Lingkungan	50
Gambar 5. Jawaban LKPD Peserta Didik Kelas Eksperimen Pada Tahap Orientasi.....	52
Gambar 6. Jawaban LKPD Peserta Didik Kelas Eksperimen Pada Tahap Mengorganisasikan Peserta Didik Untuk Belajar	53
Gambar 7. Jawaban LKPD Peserta Didik Kelas Eksperimen Pada Tahap Membimbing Penyelidikan Peserta Didik	54
Gambar 8. Jawaban LKPD Peserta Didik Kelas Eksperimen Pada Tahap Membimbing Penyelidikan, Peserta Didik	55
Gambar 9. Contoh Poster Pertemuan 2.....	57
Gambar 10. Jawaban LKPD Peserta Didik Kelas Eksperimen Pada Tahap Menganalisis Dan Mengevaluasi Prsoes Pemecahan Masalah Peserta Didik.....	58

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Alur Tujuan Pembelajaran (Eksperimen)	71
Lampiran 2 Alur Tujuan Pembelajaran (Kontrol).....	74
Lampiran 3 Modul Ajar (Eksperimen).....	78
Lampiran 4 Modul Ajar (Kontrol)	87
Lampiran 5 Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)	95
Lampiran 6 Instrumen Literasi Lingkungan	130
Lampiran 7 Angket <i>Sustainability Awareness</i>	141
Lampiran 8 Angket Tanggapan Peserta Didik.....	143
Lampiran 9 Media Pembelajaran <i>Articulate Storyline</i>	145
Lampiran 10 Lembar Validasi Instrumen Literasi Lingkungan.....	158
Lampiran 11 Hasil Tes KKLL Peserta Didik.....	161
Lampiran 12 Hasil Uji Instrumen	163
Lampiran 13 Rekapitulasi Nilai <i>Pre-test, Post-test</i> Literasi Lingkungan	165
Lampiran 14 Peningkatan Indikator Literasi Lingkungan Kelas Eksperimen	170
Lampiran 15 Peningkatan Indikator Literasi Lingkungan Kelas Kontrol.....	170
Lampiran 16 Hasil Angket <i>Sustainability Awereness</i>	171
Lampiran 17 Hasil Angket Tanggapan Peserta Didik.....	173
Lampiran 18 Surat Balasan Penelitian dari Sekolah	175
Lampiran 19 Dokumentasi Penelitian	176

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Globalisasi adalah suatu proses yang memungkinkan sesuatu perilaku menjadi ciri khas individu di seluruh dunia tanpa terikat batas wilayah. Dinamika globalisasi tidak hanya mempengaruhi aspek sosial, ekonomi, dan budaya, tetapi juga berdampak pada lingkungan hidup. Pola konsumsi dan produksi yang meningkat mengakibatkan globalisasi berkontribusi terhadap eksploitasi sumber daya alam yang berlebihan, sehingga memicu berbagai permasalahan lingkungan, salah satunya perubahan iklim (Jadidah et al., 2023). Sementara itu, perubahan iklim merujuk pada variasi kondisi iklim dalam jangka panjang yang nyata terjadi di suatu wilayah. Fenomena ini disebabkan oleh meningkatnya konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer yang mengakibatkan kenaikan suhu global, perubahan pola curah hujan, serta meningkatnya frekuensi dan intensitas bencana alam seperti badai, banjir, dan kekeringan. Dampak tersebut meliputi naiknya permukaan laut, cuaca yang semakin tidak menentu, hingga meningkatnya risiko bencana alam (Faturrohman et al., 2024). Perubahan iklim merupakan masalah penting di Indonesia yang menjadi perhatian pemerintah Indonesia (Hartono, 2023).

Iklim Indonesia ditentukan oleh dinamika tekanan udara akibat posisi matahari dan topografi pegunungan yang menciptakan gradien suhu serta curah hujan vertikal (Tjasyono, 2012). Namun, dalam beberapa dekade terakhir, pola iklim ini mengalami perubahan yang cukup besar. Menurut data dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), suhu rata-rata di Indonesia telah naik sekitar 0,8C sejak tahun 1981 hingga sekarang (BMKG, 2020). Kenaikan suhu yang

terjadi disertai dengan perubahan pola curah hujan yang tidak menentu, dimana wilayah selatan Indonesia mengalami penurunan curah hujan, sementara wilayah utara justru mengalami peningkatan. Perubahan ini memengaruhi waktu dan durasi musim hujan. Peningkatan curah hujan selama musim penghujan meningkatkan risiko banjir, sedangkan penurunan curah hujan di musim kemarau memperbesar potensi kekeringan (BMKG, 2020). Meskipun kenaikan suhu udara dan permukaan air laut terbilang kecil, dampaknya sangat signifikan terutama bagi ekosistem dan masyarakat yang rentan. Kondisi ini akan semakin memburuk jika kemampuan adaptasi ekosistem dan masyarakat terhadap perubahan iklim masih rendah (Lubis, 2011). Meskipun demikian, tingkat pemahaman dan kesadaran masyarakat, khususnya generasi muda, tentang fenomena ini masih belum memadai.

Urgensi permasalahan perubahan iklim menuntut adanya penguatan literasi lingkungan sebagai kemampuan individu dalam memahami, menganalisis, serta merespons permasalahan lingkungan secara bertanggung jawab. Literasi lingkungan tidak hanya mencakup aspek kognitif, tetapi juga mencakup kesadaran, sikap, dan tindakan nyata yang berorientasi pada adaptasi dan mitigasi perubahan iklim (Arwan et al., 2021:71). Dalam konteks pendidikan, sekolah memiliki peran strategis sebagai pengembangan literasi lingkungan yang berkelanjutan, sehingga pembelajaran tidak berhenti pada penguasaan konsep teoretis, tetapi mampu membentuk perilaku ramah lingkungan dalam kehidupan sehari-hari (Hasanah et al., 2023). Hal ini sejalan dengan konsep *Sustainability Awareness*, yaitu kesadaran individu terhadap pentingnya menjaga keseimbangan lingkungan demi keberlanjutan kehidupan generasi masa kini dan mendatang (Rini, 2022:5). Generasi muda yang memiliki *sustainability awareness* diharapkan mampu mengambil keputusan dan tindakan yang mendukung kelestarian lingkungan di masa depan (Fang et al., 2023: 93).

Namun demikian, berbagai kajian menunjukkan bahwa tingkat literasi lingkungan dan *sustainability awareness* remaja masih berada pada kategori rendah. Secara global, survei UNESCO menunjukkan bahwa hanya sekitar 40% remaja yang memiliki pemahaman memadai terkait isu keberlanjutan dan lingkungan (UNESCO, 2019). Kondisi serupa juga ditemukan pada tingkat lokal berdasarkan

hasil pra-penelitian yang dilakukan pada peserta didik kelas X di SMA Negeri 6 Bandar Lampung. Pengukuran literasi lingkungan dan *sustainability awareness* terhadap 35 peserta didik menunjukkan nilai rata-rata sebesar 39,50% yang termasuk dalam kategori rendah (Haske, 2016). Rendahnya capaian tersebut diduga dipengaruhi oleh keterbatasan pengalaman belajar peserta didik dalam mengkaji isu lingkungan secara kontekstual serta belum optimalnya pemahaman mendalam mengenai keterkaitan antara aktivitas manusia dan mekanisme perubahan iklim (Arwan et al., 2021:71).

Konsep literasi lingkungan telah banyak dikaji dan dikembangkan, salah satunya oleh *North American Association for Environmental Education* (NAAEE), yang merumuskan definisi, komponen, serta melakukan berbagai penelitian terkait literasi lingkungan. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa individu dengan tingkat literasi lingkungan yang tinggi cenderung memiliki kesadaran dan kecenderungan lebih besar untuk melakukan tindakan berkelanjutan, seperti penghematan energi, pengelolaan sampah, dan konsumsi yang bertanggung jawab (Yildirim et al., 2025) Salshabella, Wardani, & Sabandi, 2025: 1342-1348). Sejalan dengan temuan tersebut, penelitian terdahulu yang telah dilakukan oleh (Nasution, 2016) yang mengangkat permasalahan rendahnya literasi lingkungan peserta didik SMA di Samboja, Kalimantan Timur. Secara garis besar, hasil membuktikan bahwa literasi lingkungan masih rendah (30,82%) dan perlu ditingkatkan terutama pada aspek pengetahuan dan kemampuan kognitif. Peningkatan tersebut tentunya diperlukan model pembelajaran yang interaktif, sehingga peserta didik dapat berinteraksi dan benar-benar menginterpretasikan pada kehidupan sehari-hari.

Hasil wawancara dengan guru biologi di SMA Negeri 6 Bandar Lampung menunjukkan bahwa meskipun model pembelajaran seperti *Discovery Learning* telah diterapkan, proses pembelajaran masih memerlukan pengembangan untuk meningkatkan kemandirian, keaktifan, dan kemampuan berpikir kritis peserta didik Yusriana (2024). Penggunaan bahan ajar yang masih didominasi oleh buku cetak konvensional tanpa dukungan optimal media pembelajaran berbasis teknologi menjadi peluang untuk inovasi pembelajaran (Kadek et al., 2024). Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan antara tuntutan pembelajaran abad

ke-21 dengan praktik pembelajaran yang belum sepenuhnya memfasilitasi pengembangan literasi lingkungan dan *sustainability awareness* peserta didik (Hasanah et al., 2023).

Oleh karena itu literasi lingkungan tidak hanya merupakan aspek pemahaman, tetapi juga menjadi dasar yang menumbuhkan sikap, nilai, dan perilaku berkelanjutan yang mendukung pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan (Fang et al., 2023: 93). Di sisi lain, sistem pendidikan masih menghadapi tantangan dalam mengoptimalkan pembelajaran yang mampu menumbuhkan pemahaman mendalam dan *sustainability awareness* peserta didik. Pembelajaran yang cenderung berpusat pada guru dan berorientasi pada hafalan berpotensi menghasilkan pemahaman yang terfragmentasi dan kurang kontekstual. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya inovasi pembelajaran yang mampu menghadirkan pengalaman belajar autentik dan bermakna bagi peserta didik (Sterling, S., & Orr, 2001).

Sebagai respons terhadap tantangan tersebut, pendekatan *deep learning* mulai dikembangkan sebagai upaya transformasi pembelajaran yang lebih bermakna. Pendekatan ini menekankan pemahaman konseptual yang mendalam, keterkaitan antarkonsep, serta kemampuan peserta didik dalam menganalisis mekanisme ilmiah suatu fenomena (Kadek et al., 2024). Dalam konteks perubahan iklim, *deep learning* memungkinkan peserta didik memahami keterkaitan pemahaman IPA yang mendasari terjadinya perubahan iklim

Model *Problem-Based Learning* (PBL) yang dipadukan dengan pendekatan *deep learning* merupakan strategi pembelajaran yang relevan untuk meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap permasalahan perubahan iklim melalui pemecahan masalah kontekstual dan analisis mekanisme ilmiah yang mendasarinya (Yusriana 2024). Pemanfaatan media pembelajaran berbasis teknologi seperti *Articulate storyline* dapat memperkuat implementasi PBL berpendekatan *deep learning* menjadi lebih optimal dengan dukungan media interaktif seperti *Articulate storyline* yang merupakan perangkat lunak pengembangan media pembelajaran interaktif yang memfasilitasi pembelajaran secara interaktif dan tampilannya yang menarik dan mudah digunakan dalam

membantu peserta didik memahami materi (Nurmarwaa *et al.*, 2022). Selain itu, penggunaan media interaktif pada penelitian sebelumnya terbukti dapat meningkatkan motivasi belajar, keterlibatan aktif, serta kemampuan kognitif peserta didik (Yusriana 2024).

Berdasarkan pemaparan latar belakang, dan beberapa penelitian sebelumnya, diperoleh suatu alternatif solusi dalam upaya meningkatkan literasi lingkungan dan *sustainability awareness* dalam pembelajaran perubahan iklim. Oleh karena itu, diperlukan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) terimplementasi *deep learning* dapat menjadi strategi efektif untuk meningkatkan literasi lingkungan dan kesadaran keberlanjutan. Penerapan model ini dapat didukung oleh perangkat pembelajaran interaktif berbantuan *Articulate Storyline*, yang dirancang secara kontekstual agar peserta didik tidak hanya memperoleh pengetahuan teoritis, tetapi juga terlibat aktif dalam pemecahan masalah nyata terkait isu-isu lingkungan di sekitar. Dengan demikian, peserta didik diharapkan mampu menghadapi dan mengatasi permasalahan lingkungan seperti perubahan iklim, serta menunjukkan sikap bertanggung jawab terhadap keberlanjutan lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat diidentifikasi permasalahan sebagai berikut:

- 1) Apakah penggunaan model *Problem-Based Learning* terimplementasi *deep learning* yang dibantu media *Articulate storyline* berpengaruh terhadap literasi lingkungan peserta didik SMA kelas X pada materi perubahan Iklim?
- 2) Apakah penggunaan model *Problem-Based Learning deep learning* yang dibantu *Articulate storyline* berpengaruh terhadap *Sustainability Awareness* peserta didik SMA kelas X pada materi perubahan Iklim?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah diatas, penelitian ini bertujuan untuk:

- 1) Untuk mengetahui penggunaan model *Problem-Based Learning* terimplementasi *deep learning* yang dibantu *Articulate storyline* berpengaruh terhadap literasi lingkungan peserta didik SMA kelas X pada materi perubahan Iklim.
- 2) Untuk mengetahui penggunaan model *Problem-Based Learning* terimplementasi *deep learning* yang dibantu *Articulate storyline* berpengaruh terhadap *Sustainability Awareness* peserta didik SMA kelas X pada materi perubahan Iklim

1.4 Manfaat

Penelitian ini memiliki manfaat sebagai berikut:

- 1) Manfaat Teoritis

Secara teoritis penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai wawasan ilmu pengetahuan yang berkaitan dengan Pendidikan.
- 2) Manfaat Praktis
 - a. Bagi Peserta Didik

Memberikan pengalaman belajar menggunakan model *Problem-Based Learning* terimplementasi *deep learning* berbantuan media *Articulate storyline* terhadap Literasi lingkungan dan *Sustainability Awareness*.
 - b. Bagi Pendidik

Memberikan pengetahuan kepada pendidik mengenai pengaruh model *Problem-Based Learning* terimplementasi *deep learning* berbantuan *Articulate storyline* terhadap Literasi lingkungan dan *Sustainability Awareness*.

Sehingga dapat dijadikan sebagai bahan evaluasi dan pertimbangan dalam memilih model pembelajaran di kelas.

c. Bagi Pihak Sekolah

Sebagai bahan pertimbangan sekolah untuk meningkatkan kualitas pembelajaran.

d. Bagi Peneliti

Memberikan pengalaman sebagai bekal dalam mempersiapkan diri untuk menjadi gguru biologi yang professional di masa depan serta dijadikan sebagai bahan pertimbangan bagi peneliti lain untuk melakukan penelitian mengenai *problem based learning*.

1.5 Ruang Lingkup

Untuk menghindari kesalahan penafsiran, maka batasan penelitian sebagai berikut:

- 1) Penggunaan model PBL pada penelitian ini menggunakan sintaks yaitu mengorientasikan pada permasalahan, mengorganisasi dalam kegiatan belajar, membimbing dalam mengumpulkan informasi, mengembangkan dan menyajikan hasil karya, serta menganalisis dan mengevaluasi proses penyelesaian (Arends, 2012).
- 2) *Deep Learning* yang dimaksud didasarkan pada sintaks yaitu pertama fase membangun keasadaran (*mind full*), kedua menciptakan pembelajaran bermakna (*meaningful learning*), ketiga menjadikan pembelajaran menyenangkan (*joyful learning*) (Suyanto., & Jihad, 2025).
- 3) Literasi lingkungan yang dimaksud didasarkan kemampuan kognitif yaitu identifikasi isu lingkungan, analisis isu lingkungan, perencanaan penyelesaian masalah (McBeth & Volk, 2009).
- 4) *Sustainability Awareness* yang dimaksud didasarkan pada indikator *sustainability awareness* yaitu kesadaran emosional (*sustainability emotional awareness*), kesadaran perilaku dan sikap (*behavior and attitude awareness*) dan kesadaran praktik keberlanjutan (*sustainability practice awareness*) (Alissa, 2022).
- 5) Media ajar *Articulate storyline* yang dimaksud perangkat lunak *authoring tool* untuk mengembangkan media pembelajaran interaktif berbasis HTML5

yang berisikan teks, multimedia dengan fenomena perubahan iklim guna memfasilitasi siswa.

- 6) Materi pokok yang digunakan dalam penelitian ini adalah materi perubahan iklim pada fase E. Cakupan materi yang diajarkan meliputi penyebab perubahan iklim, baik faktor alami maupun aktivitas manusia, dampak perubahan iklim terhadap lingkungan dan kehidupan manusia, serta upaya mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim. Penekanan diberikan pada pemahaman proses pemanasan global, efek rumah kaca, perubahan pola cuaca, serta pentingnya kesadaran dan tindakan keberlanjutan untuk mengurangi dampak negatif perubahan iklim.
- 7) Subyek penelitian ini adalah peserta didik kelas X SMA Negeri 6 Bandar Lampung semester genap.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Model *Problem-Based Learning*

Model *Problem-Based Learning* (PBL) adalah sebuah pendekatan pembelajaran yang berfokus pada pemecahan masalah secara aktif oleh peserta didik dalam kelompok kecil, yang bertujuan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis, komunikasi, dan kolaborasi mereka dalam konteks belajar yang *learner-centered* (Imafuku et al., 2014: 16). Melalui PBL peserta didik diharapkan aktif dalam mencari dan menemukan informasi baru dari berbagai sumber, menggabungkan informasi tersebut dengan pengetahuan yang sudah dimiliki, mengorganisasikan informasi baru secara terstruktur menggunakan model yang tepat dan mengkomunikasikan pemahaman baru kepada orang lain dengan tujuan memastikan relevansinya dan penerapannya. Dalam PBL, peserta didik didorong untuk mengidentifikasi masalah, memahami akar permasalahan, dan mencari solusi yang tepat. Dengan cara ini, mereka terbiasa menangani masalah nyata yang muncul dalam kehidupan sehari-hari. Pendekatan ini membantu membentuk sikap, pengetahuan, dan keterampilan peserta didik dalam menghadapi berbagai tantangan kehidupan, khususnya dalam konteks kehidupan bermasyarakat. (Batlolona, 2024: 118-119).

Menurut Dewey (1990) dan bersama dengan teori *Neght/Kluge* tentang pengembangan Pendidikan kerja dan perkembangan kesadaran politik (1970) menyebutkan bahwa karakteristik *Problem Based Learning* (Graaff, 2003: 658) sebagai berikut:

- a. Pembelajaran berbasis masalah adalah pendekatan Pendidikan yang memulai proses pembelajaran dengan sebuah masalah sebagai titik awal.

- b. Peserta didik yang merumuskan pernyataan masalah dan bertanggung jawab atas keputusan
- c. Pembelajaran berdasarkan pengalaman juga merupakan bagian tersirat dari proses pembelajaran.
- d. Pembelajaran berbasis aktivitas merupakan bagian utama dari proses PBL, yang melibatkan kegiatan seperti penelitian, pengambilan keputusan, dan penulisan.
- e. Pembelajaran interdisipliner berkaitan dengan orientasi masalah dan proses yang diarahkan oleh peserta didik, dimana solusi masalah dapat melampaui batasan dan metode mata pelajaran.
- f. Praktik teladan berkaitan dengan memastikan bahwa manfaat yang diperoleh peserta didik sesuai dengan tujuan yang diharapkan.
- g. Pembelajaran berbasis kelompok.

Dalam proses pembelajaran *Problem Based Learning*, menekankan penyajian fakta secara nyata dan mendorong peserta didik untuk aktif menyelesaikan masalah yang relevan dengan kehidupan sehari-hari. Proses pembelajaran dilakukan dengan memulai dari pemberian masalah kontekstual yang relevan sehingga peserta didik dapat mencari solusi secara mandiri maupun berkelompok. Guru sebagai fasilitator yang membimbing peserta didik dalam proses pembelajaran. Selama proses ini, peserta didik didorong untuk berpikir kritis, kreatif, dan ilmiah, sehingga mereka aktif terlibat dalam belajar dan mengaplikasikan pengetahuan dalam kehidupan sehari-hari (Khakim *et al.*, 2022)

Menurut Arends (2012) model PBL memiliki lima sintaks atau tahapan pembelajaran, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1 dibawah ini:

Tabel 1 Sintaks Model *Problem-Based Learning*

No	Fase Pembelajaran	Aktivitas Pendidik	Aktivitas Siswa
1.	Mengorientasikan peserta didik terhadap masalah	Pendidik menyampaikan tujuan-tujuan pembelajaran, serta memfasilitasi kebutuhan eksplorasi peserta didik guna menstimulasi keterlibatan aktif dalam proses pemecahan masalah yang mereka pilih sendiri.	Peserta didik melakukan refleksi dan evaluasi dari pembelajaran yang telah dilakukan.

No	Fase Pembelajaran	Aktivitas Pendidik	Aktivitas Siswa
2.	Mengorganisasikan peserta didik untuk belajar	Pendidik membantu peserta didik untuk mendefinisikan dan mengatur tugas belajar yang berkaitan dengan masalah tersebut.	Peserta didik melakukan refleksi dan evaluasi dari pembelajaran yang telah dilakukan.
3.	Membimbing penyelidikan mandiri dan kelompok	Pendidik mendorong peserta didik untuk mengumpulkan informasi yang tepat, melaksanakan eksperimen, mencari penjelasan dan solusi.	Peserta didik melakukan refleksi dan evaluasi dari pembelajaran yang telah dilakukan.
4.	Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	Pendidik membantu peserta didik untuk merencanakan serta menyiapkan produk yang tepat seperti laporan, video atau model serta membantu peserta didik untuk berbagai tugas dengan temannya.	Peserta didik melakukan refleksi dan evaluasi dari pembelajaran yang telah dilakukan
5.	Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	Pendidik membantu peserta didik untuk melakukan refleksi atau penyelidikan dan proses-proses yang mereka gunakan	Peserta didik melakukan refleksi dan evaluasi dari pembelajaran yang telah dilakukan.

Sumber: (Arends, 2012).

Menurut Hermansyah (2020) model PBL memiliki beberapa kelebihan yang mendukung efektivitas proses pembelajaran sebagai berikut:

- a. Mengembangkan kemampuan peserta didik serta memberikan kepuasan untuk menemukan pengetahuan baru bagi peserta didik.
- b. Meningkatkan motivasi dan aktivitas pembelajaran peserta didik.
- c. Membantu peserta didik dalam mentransfer pengetahuan peserta didik untuk memahami masalah dunia nyata.
- d. Membantu peserta didik untuk mengembangkan pengetahuan barunya dan bertanggung jawab dalam pembelajaran yang mereka lakukan.
- e. Mengembangkan kemampuan peserta didik untuk berpikir kritis dan mengembangkan kemampuan mereka untuk menyesuaikan dengan pengetahuan baru.
- f. Memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk mengaplikasikan pengetahuan yang mereka miliki dalam dunia nyata.
- g. Mengembangkan minat peserta didik untuk secara terus menerus belajar sekalipun belajar pada pendidikan formal berakhir. Memudahkan peserta

didik dalam menguasai konsep-konsep yang dipelajari guna memecahkan masalah dunia nyata.

Meskipun model PBL memiliki berbagai kelebihan tetapi model PBL juga memiliki kekurangan. Hermansyah (2020) menyebutkan kekurangan pada pembelajaran PBL, sebagai berikut:

- a. Jika peserta didik tidak mempunyai minat atau tidak memiliki kepercayaan dan permasalahan yang disajikan sulit untuk dipecahkan, maka mereka malas untuk mencoba
- b. Persiapan pembelajaran PBL memerlukan cukup banyak waktu dan terbatasnya yang digunakan untuk menyampaikan materi secara efektif dan menarik.
- c. Peserta didik yang tidak memiliki pemahaman tetapi harus berusaha memecahkan masalah yang disajikan, maka mereka tidak akan belajar apa yang mereka pelajari.

Secara keseluruhan, model PBL terbukti efektif dalam meningkatkan kualitas pembelajaran dan kemandirian belajar peserta didik sehingga proses belajar menjadi lebih bermakna dan berpusat pada peserta didik. Meskipun demikian, penerapan PBL memerlukan waktu persiapan yang Panjang dan kemampuan guru dalam mengelola dinamika kelas, terutama Ketika peserta didik memiliki minat atau pemahaman yang rendah terhadap masalah yang disajikan (Ratnawati, 2021). Dengan demikian, PBL dapat menjadi model pembelajaran yang efektif apabila didukung oleh inovasi, kreativitas guru, serta kesiapan peserta didik untuk berpartisipasi aktif dalam proses pembelajaran

2.2 Deep Learning

Deep learning dalam pembelajaran merupakan pendekatan yang berupaya menggeser pola belajar dari sekadar mekanis dan berorientasi hafalan menjadi lebih bermakna, reflektif, dan sadar. *deep learning* pertama kali diperkenalkan oleh Marton dan Saljo (1976), merupakan pendekatan pembelajaran yang menekankan pada pemahaman bermakna dan hubungan antara konsep secara komprehensif (Suyanto., & Jihad, 2025). Selain itu pendekatan *deep learning*

bukan hanya kemampuan menghafal atau mengidentifikasi fakta dengan cepat tetapi juga bertujuan memastikan peserta didik tidak hanya sekedar memahami suatu konsep, melainkan juga dapat mengaitkannya dengan situasi praktis yang relevan dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini mendorong terciptanya proses belajar yang lebih menyenangkan dan memotivasi peserta didik untuk terus berkembang (Fitriani, 2025).

Sejumlah negara seperti Inggris, Finlandia, Jerman, Australia, Jepang, dan Korea Selatan telah menerapkan prinsip Pembelajaran Mendalam (PM) dengan menciptakan suasana belajar yang inklusif, bermakna, berkesadaran, serta menggembirakan, sehingga memberi ruang nyaman bagi peserta didik untuk berpartisipasi mencapai kompetensi. Pendekatan ini menekankan pemahaman yang mendalam, kontekstual, serta mendorong kemampuan berpikir kritis, kreatif, dan pemecahan masalah. Pemanfaatan teknologi digital semakin memudahkan keterlibatan peserta didik dalam proses belajar sekaligus mengoptimalkan praktik baik yang sudah ada. Dalam menghadapi era yang penuh ketidakpastian, kemampuan berpikir adaptif yang lahir dari pendekatan ini menjadi modal penting bagi generasi muda. Pembelajaran Mendalam merupakan perkembangan dari berbagai alternatif pendekatan yang berpusat pada peserta didik sebelumnya seperti Pembelajaran Berbasis Masalah (*Problem-Based Learning*). Dengan demikian, dapat ditunjukkan bahwa PM merupakan pendekatan yang terfokus pada peserta didik sesuai dengan keunikan dan karakteristik mereka. (Ma'ariif, 2025:3-14).

Menurut Robert Randall (2025), terdapat sejumlah aspek kunci yang perlu diperhatikan dalam penerapan *deep learning* dalam dunia pendidikan, yaitu:

- a. Pemahaman Mendalam terhadap Konsep:
Peserta didik tidak hanya diminta mengingat informasi, tetapi diajak memahami alasan dan mekanisme di balik suatu konsep. .
- b. Kemampuan Menerapkan Pengetahuan di Berbagai Situasi
Deep learning mendorong peserta didik untuk berpikir secara kritis dan menggunakan pengetahuan mereka dalam konteks yang beragam, sehingga proses belajar menjadi lebih relevan dan aplikatif.

- c. Penguatan Keterampilan Berpikir Kritis dan Kreatif
Peserta didikdilatih untuk menggali ide, mengajukan pertanyaan, dan menemukan solusi secara mandiri, bukan hanya menerima informasi dari guru. Contohnya, dalam pelajaran IPA, peserta didikbisa diberikan kebebasan untuk melakukan eksperimen terbuka guna menyelesaikan suatu persoalan.
- d. Kerja Sama dalam Pembelajaran Berbasis Proyek
Pendekatan mendalam lebih optimal jika dilakukan melalui proyek-proyek kolaboratif yang mendorong peserta didikuntuk bekerja sama, saling berbagi ide, dan menciptakan solusi inovatif.
- e. Pemanfaatan Teknologi dan Kecerdasan Buatan (AI)
Randall juga menekankan pentingnya penggunaan teknologi modern, AI, dan keterampilan pengkodean dalam menunjang pembelajaran mendalam yang bersifat kompleks dan personal.
- f. Menumbuhkan Semangat Belajar Sepanjang Hayat (*Lifelong Learning*)
deep learning tidak hanya relevan untuk pembelajaran di sekolah, tetapi juga penting dalam membentuk kebiasaan belajar jangka panjang. Sistem pendidikan perlu membekali peserta didikdengan kemampuan berpikir adaptif agar mereka siap menghadapi perubahan dinamis di dunia kerja dan perkembangan teknologi di masa depan (Robert Randall., 2025).

Pendekatan mendalam (*deep learning*), memberikan panduan yang tegas untuk menghadapi tantangan dunia di masa mendatang. Pembelajaran Mendalam selaras dengan pandangan para filsuf pendidikan, karena PM menempatkan peserta didiksebagai inti proses belajar, dengan menciptakan lingkungan pembelajaran yang sadar (*mindful*), bermakna (*meaningful*), dan menyenangkan (*joyful*). Pendekatan ini semakin penting dalam menangani dunia yang penuh kompleksitas dan ketidakpastian, melalui integrasi holistik dan terpadu antara aspek intelektual, etika, estetika, serta kinestetik. Pembelajaran Mendalam tidak hanya bertujuan meningkatkan kemampuan akademik, melainkan juga membentuk karakter, kreativitas, dan empati, sehingga peserta didikberkembang menjadi individu yang utuh dan sejalan dengan tuntutan global (Ma'ariif SN, 2025).

Menurut Puspita (2025 diadaptasi dalam Kurniawan, 2025), Pendekatan *deep learning* berpusat pada tiga aspek yang mana sejalan dengan arah langkah filosofi Kurikulum Merdeka yang mengedepankan pembelajaran yang di sesuaikan dengan kebutuhan peserta didik, fleksibel dan kontekstual. Adapun 3 prinsip tersebut yaitu:

1. *Mindful learning* menekankan kesadaran penuh dalam proses pembelajaran. Peserta didik diajak hadir secara utuh dalam aktivitas belajar, mengelola focus dan emosi mereka dengan baik.
2. *Meaningful learning* mengutamakan keterkaitan antara materi pembelajaran dengan kehidupan nyata. Materi menjadi kontekstual, dan peserta didik memahami relevansi pembelajaran dalam kehidupan sehari-hari.
3. *Joyful learning* menjadikan proses belajar menyenangkan dan emosional. Peserta didik tidak hanya menerima pengetahuan, tetapi juga merasa Bahagia dan termotivasi dalam mengalaminya.

Menurut Abdullah & Yahya (2025) pendekatan *deep learning* memiliki kelebihan dalam mendukung efektivitas proses pembelajaran sebagai berikut:

- a. Personalisasi pembelajaran: *deep learning* menyesuaikan materi, metode, dan tempo belajar sesuai data unik tiap siswa, termasuk pola, kesulitan, dan preferensi mereka.
- b. Efisiensi kelas dan penilaian: *deep learning* otomatis menilai hasil belajar, menganalisis jawaban, serta membantu guru mengelola kelas sehingga beban administrasi berkurang.
- c. Meningkatkan Keterlibatan Peserta didik melalui Interaksi Berbasis AI; *deep learning* memungkinkan pembangunan chatbot edukatif, tutor cerdas, dan simulasi interaktif yang dapat berinteraksi dengan peserta didik secara alami dan responsif. Ini meningkatkan motivasi dan keterlibatan belajar (Woolf, 2009: 11).

Meskipun pendekatan *deep learning* memiliki berbagai kelebihan tetapi *deep learning* juga memiliki kekurangan. Abdullah & Yahya (2025) menyebutkan kekurangan pada *deep learning*, sebagai berikut:

- a. Kebutuhan data besar dan berkualitas: *deep learning* memerlukan data melimpah dan terstruktur, namun di pendidikan sering terbatas sehingga hasil bisa kurang akurat atau bias dapat menyebabkan pola belajar salah.
- b. Isu etika dan privasi: Penggunaan data pribadi peserta didik menimbulkan risiko penyalahgunaan atau kebocoran jika perlindungan tidak memadai.
- c. Ketidakmampuan untuk beradaptasi dengan data baru: peserta didik cenderung untuk “menghafal” tanpa benar-benar memahami konsep dasar dari pelajaran tersebut. Ketika dihadapi soal baru yang berbeda dari yang dihafal, peserta didik tidak dapat menjawab dengan benar.

Secara keseluruhan pendekatan *deep learning* dalam pembelajaran membawa manfaat besar bagi proses pendidikan karena mampu memersonalisasi pembelajaran, menyesuaikan materi dan metode sesuai kebutuhan tiap siswa, serta meningkatkan efisiensi melalui penilaian hasil belajar. Pendekatan *deep learning* disebut pembelajaran terstruktur karena aktivitas disusun secara sistematis sehingga melatih peserta didik berpikir mandiri dan mengambil keputusan secara logis. Selain itu *deep learning* juga memiliki keterbatasan, seperti kebutuhan data yang lebih besar serta ketergantungan pada sarana teknologi yang belum merata. Oleh karena itu, meskipun *deep learning* berpotensi menciptakan pembelajaran yang lebih adaptif dan bermakna, penerapannya perlu disertai kesiapan infrastruktur dan pengawasan etis yang memadai (Nugraha, 2021).

2.3 Articulate Storyline

Pembelajaran interaktif memiliki peran penting sebagai sarana komunikasi antara pendidik dan peserta didik untuk meningkatkan efektivitas proses belajar. Melalui ini, guru dapat menyampaikan materi dengan lebih menarik sehingga mampu menumbuhkan minat, motivasi, serta memberi dampak psikologis positif bagi siswa. *Articulate storyline* sendiri merupakan salah satu aplikasi yang baru diperkenalkan pada tahun 2001. Keahlian dalam membuat presentasi terkait dengan kemampuan teknis dan kemampuan seni, serta kolaborasi kedua kemampuan ini dapat menghasilkan presentasi tutorial yang menarik. (Nurmarwaa et al., 2022:36).

Salah satu bentuk interaktif yang banyak digunakan adalah *Articulate Storyline*. Perangkat lunak ini berfungsi sebagai alat bantu komunikasi maupun presentasi dengan tampilan sederhana menyerupai *PowerPoint*, namun dilengkapi fitur yang lebih lengkap seperti animasi dan berbagai template siap pakai. Fitur tersebut sangat membantu guru dalam merancang soal, latihan, maupun materi interaktif lainnya (Purnama, 2014: 276). Dalam pembelajaran biologi, keberadaan alat bantu ini menjadi sangat bermanfaat karena mampu menjelaskan konsep yang abstrak atau sulit dipahami. Hal ini penting mengingat tidak semua materi biologi dapat dipelajari melalui pengalaman langsung, sementara penggunaan media pasif dan kurang interaktif sering membuat peserta didik kesulitan memahami konsep serta merasa bosan (Suhailaha et. al, 2021: 20) Dengan demikian, penggunaan *Articulate storyline* dapat menjadi solusi inovatif untuk menciptakan pembelajaran biologi yang lebih menarik, interaktif, dan mudah dipahami oleh peserta didik.

Menurut Thiagarajan (1970), pengembangan alat bantu pembelajaran interaktif berbasis *articulate storyline* pada mata pelajaran administrasi sistem jaringan dilakukan dengan model pengembangan 4D (*Four-D model*) yang melalui empat tahap yakni tahap pendahuluan (*Define*), tahap perancangan (*Design*), tahap pengembangan (*Develop*), dan tahap penyebaran (*Disseminate*). Namun berdasarkan penelitian yang dilakukan (Imran & Suhardi, 2024) pengembangan alat bantu pembelajaran interaktif berbasis *Articulate Storyline*, hanya sampai pada tiga tahap yaitu:

- a. Perancangan (*define*) : Pendidik menganalisis awal permasalahan, lalu menganalisis peserta didik serta menganalisis konsep dan tugas yang akan diberikan kepada peserta didik.
- b. Perancangan (*design*): Pendidik memilih alat bantu, pemilihan format, dan rancangan media pembelajaran interaktif
- c. Pengembangan (*develop*): Pendidik melakukan validasi ahli materi dan uji respon pengguna.

Menurut Alhadi & Cholik (2021), kelebihan *articulate storyline* antara lain sebagai berikut:

- a. Mempermudah guru dalam proses pembelajaran, dalam menyampaikan materi yang di buat secara ringkas dalam poin-poin materi sehingga dapat dipahami oleh peserta didik.
- b. Dapat mempermudah peserta didik memahami materi, karena lebih mudah dalam penyampaian materi dan praktis dalam penggunaannya.
- c. *Articulate storyline* bisa di share melalui link yang dibagikan, sehingga mempermudah peserta didik dalam membuka produk.

Selain kelebihan, *articulate storyline* memiliki kekurangan menurut Alhadi & Cholik (2021) diantaranya sebagai berikut:ⁱ

- a. Peserta didik membutuhkan bantuan dari guru karena tidak semua peserta didik bisa belajar secara mandiri.
- b. Ketika akan membuka produk masih terjadi loading pada saat melanjutkan slide berikutnya, sehingga berpengaruh terhadap kelancaran penggunaan produk.
- c. Pada saat membuka produk dibutuhkan data atau jaringan yang mendukung, karena *articulate storyline* dijalankan secara online.

Penggunaan *articulate storyline* dalam pembelajaran memberikan manfaat bagi guru maupun peserta didik karena dapat membungkus materi secara ringkas, interaktif, dan sistematis, serta membantu peserta didik memahami konsep dengan lebih mudah melalui tampilan visual yang menarik (Purnama, 2014). Namun demikian, *articulate storyline* masih memiliki kekurangan, seperti ketergantungan pada kebutuhan jaringan internet yang stabil agar dapat digunakan secara optimal. Memerlukan pendampingan guru dan dukungan infrastruktu teknologi agar manfaat dapat dirasakan secara maksimal dan konteks pembelajarannya sesuai tidak disalah gunakan untuk mengakses yang lain (Nurmarwaa *et al.*, 2022).

2.4 Literasi Lingkungan

Literasi lingkungan dapat diartikan sebagai kesadaran individu untuk menjaga kelestarian lingkungan agar keseimbangan tetap terjaga. Kesadaran ini juga dapat dipahami sebagai bentuk kepedulian terhadap lingkungan, yang tidak hanya

sebatas pengetahuan, tetapi juga meliputi sikap tanggap serta kemampuan dalam memberikan solusi terhadap berbagai permasalahan lingkungan. *Environment Education and Training Partnership* (EETAP) menegaskan bahwa seseorang disebut literat lingkungan apabila ia mengetahui tindakan apa yang harus dilakukan untuk menjaga lingkungan (NAAEE, 2011). Dengan demikian, literasi lingkungan mencerminkan karakter individu yang tidak hanya memanfaatkan lingkungan, melainkan juga mampu mengatasi persoalan yang muncul akibat pemanfaatan tersebut.

Dalam dunia Pendidikan, literasi lingkungan memiliki peran strategis, seorang guru di masa depan dapat berkontribusi secara efektif dalam pemerintahan daerah apabila ia mampu menimbang berbagai pilihan, mengidentifikasi cara secara alternative, berkomunikasi dengan baik, mengajukan pertanyaan yang tepat, menganalisis masukan yang didapat, serta mengambil keputusan yang tepat. Menurut McBeth (2009), literasi lingkungan mencakup beberapa aspek penting, yakni sensitivitas terhadap lingkungan, pengetahuan ekologis, sikap dan emosi lingkungan, keterampilan dalam merespons isu serta bertindak, komitmen verbal atau kesediaan untuk bertindak, dan perilaku nyata dalam menjaga lingkungan.

Menurut McBeth (2009), literasi lingkungan memiliki 4 indikator, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2 dibawah ini:

Tabel 2 Indikator Literasi Lingkungan

No	Indikator	Sub Indikator	Keterangan
1.	Pengetahuan	Pengetahuan ekologis	Pemahaman peserta didik mengenai konsep dasar ekologi, keterkaitan antar komponen biotik dan abiotik, serta dampak aktivitas manusia terhadap keseimbangan lingkungan.
2.	Kemampuan Kognitif	Identifikasi isu lingkungan	Kemampuan peserta didik mengenali permasalahan lingkungan di sekitar

No	Indikator	Sub Indikator	Keterangan
		Analisis isu lingkungan	Kemampuan peserta didik menelaah penyebab, dampak, serta pihak yang terlibat dalam suatu permasalahan lingkungan secara kritis dan logis
		Perencanaan penyelesaian masalah	Kemampuan peserta didik menyusun langkah atau strategi yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan lingkungan, baik dalam lingkup individu maupun kelompok
3.	Sikap	Komitmen verbal	Kesediaan yang dinyatakan melalui ucapan atau janji untuk berperilaku ramah lingkungan.
		Kepekaan lingkungan	Rasa peduli, empati, dan tanggung jawab terhadap kondisi lingkungan.
4.	Perilaku	Komitmen aktual	Tindakan nyata dalam menjaga dan melestarikan lingkungan, bukan hanya dalam bentuk wacana.

Sumber: (McBeth & Volk, 2009)

Menurut McBeth (2009) kelebihan literasi lingkungan antara lain sebagai berikut:

- a. Pendekatan Komprehensif: mencakup aspek kognitif (pengetahuan), afektif (emosi dan sikap), dan konatif (Tindakan nyata).
- b. Fleksibilitas; literasi lingkungan dipahami bukan sekedar dibagi 'ya atau tidak'. Dengan begitu, penilaian dilakukan secara lebih detail dan sesuai dengan kondisi nyata.

- c. Konsep literasi lingkungan dirumuskan berdasarkan banyak hasil penelitian dari berbagai literatur, sehingga memiliki dasar teori yang kuat dan dapat dipertanggungjawabkan.
- d. Literasi lingkungan membantu seseorang lebih peka terhadap kondisi lingkungan sekitar.

Menurut McBeth (2009) kelebihan literasi lingkungan antara lain sebagai berikut:

- a. Kurangnya standar pengukuran resmi yang mengukur tingkat literasi lingkungan secara keseluruhan, sehingga sulit membandingkan hasil antar studi.
- b. Kemungkinan interpretasi yang berbeda terhadap apa yang dianggap ‘memadai’ dalam aspek literasi lingkungan karena sifatnya yang kontinu dan multidimensi.
- c. Literasi lingkungan mencakup pengetahuan, sikap, keterampilan, hingga perilaku nyata, sehingga penilaiannya kompleks dan tidak mudah dibuat instrumen yang benar-benar akurat.

Secara umum, literasi lingkungan berperan penting dalam membentuk individu yang berpengetahuan peduli, dan bertanggung jawab terhadap lingkungan. Hal ini mencakup aspek pengetahuan, sikap, dan tindakan nyata, serta fleksibel dalam menyesuaikan penilaian dengan kondisi lapangan. Selain memiliki dasar teori yang kuat dari berbagai penelitian, literasi lingkungan juga membantu seseorang menjadi lebih peka terhadap isu lingkungan (McBeth & Volk, 2009). Namun penilaian literasi lingkungan masih menghadapi tantangan karena bersifat kontinu dan perbedaan interpretasi, serta kompleksitas pengukuran.

2.5 Sustainability Awareness

Sustainability Awareness merupakan pemahaman dan sikap peduli terhadap lingkungan dengan mempertimbangkan dampaknya pada aspek sosial, ekonomi, dan ekologi. UNESCO (2017) menegaskan bahwa *sustainability awareness* tidak hanya mencakup pengetahuan, tetapi juga keterampilan, sikap, dan nilai yang mendorong perilaku bertanggung jawab terhadap masyarakat dan lingkungan.

Dengan demikian, konsep ini berfungsi sebagai penghubung antara teori dan praktik dalam kehidupan sehari-hari. *sustainability awareness* merupakan konsep yang kompleks dan dipengaruhi oleh berbagai aspek, seperti pendidikan, peran dunia usaha, faktor sosial-psikologis, hingga dinamika historis. Seluruh elemen ini secara bersama-sama membentuk cara pandang serta keterlibatan individu maupun organisasi dalam praktik berkelanjutan. Oleh karena itu, upaya penguatan *sustainability awareness* menjadi hal penting guna mendorong tercapainya pembangunan berkelanjutan di berbagai sektor kehidupan. Salah satu faktor yang berkontribusi signifikan adalah pendidikan, khususnya melalui integrasi prinsip pembangunan berkelanjutan dalam proses pembelajaran (Maryanti et al., 2025: 408).

Dalam pembangunan berkelanjutan, perhatian besar diarahkan pada dampak setiap aktivitas sosial dan ekonomi terhadap lingkungan. Oleh karena itu, Pendidikan untuk Pembangunan Berkelanjutan (*Education for Sustainable Development* atau ESD) menjadi penting dalam menjawab tantangan lingkungan global. Hal ini sejalan dengan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDG) nomor 4, yaitu Pendidikan Berkualitas, yang berfokus pada penyediaan pendidikan inklusif, adil, dan kesempatan belajar sepanjang hayat. Pada target 4.7, ditekankan pentingnya peserta didik menguasai pengetahuan serta keterampilan yang mendukung pembangunan berkelanjutan, termasuk penerapan gaya hidup ramah lingkungan (UNESCO, 2019). Penerapan ESD terbukti mampu menumbuhkan pemikiran kritis, keterampilan pemecahan masalah, serta meningkatkan keterlibatan peserta didik terhadap isu-isu nyata (Fleacă et al., 2023:70).

Biologi sebagai disiplin yang erat kaitannya dengan lingkungan memiliki peran strategis dalam membekali generasi mendatang dengan pemahaman isu keberlanjutan, sehingga peserta didik mampu berkontribusi secara nyata pada pembangunan berkelanjutan (UNESCO, 2017). Kurikulum biologi yang dirancang berbasis keberlanjutan juga berfungsi memperkuat literasi lingkungan dan kesehatan peserta didik serta menyiapkan mereka menjadi warga global yang mampu menghadapi tantangan ekologi (Tilbury, 2011). Selain itu, penelitian

menunjukkan bahwa faktor gender turut memengaruhi tingkat pengetahuan lingkungan dan *sustainability awareness*, sehingga diperlukan pendekatan pembelajaran yang adaptif untuk meningkatkan hasil belajar pada berbagai kelompok peserta didik (Setiawan *et al.*, 2023).

Menurut Alissa (2022), mengkategorikan 3 tingkatan utama berdasarkan tingkat pemahaman dan keterlibatan individu terhadap isu keberlanjutan lingkungan, sosial, dan ekonomi, sebagai berikut:

- a. *Sustainability emotional awareness* (kesadaran emosional keberlanjutan) merupakan respons emosional terhadap isu keberlanjutan, seperti empati, kekhawatiran, atau rasa bersalah atas dampak lingkungan. Dalam hal ini membangun motivasi intrinsik untuk peduli namun belum menghasilkan tindakan.
- b. *Behavior and attitude awareness* (kesadaran perilaku dan sikap) merupakan pemahaman sikap dan pola perilaku yang mendukung berkelanjutan, seperti menghargai nilai lingkungan atau mengubah kebiasaan kecil dengan menghubungkan pengetahuan dengan niat dalam tahap kognitif dan afektif.
- c. *Sustainability practice awareness* (kesadaran praktik keberlanjutan) merupakan tingkatan tertinggi, individu dengan sadar dan aktif menerapkan praktik keberlanjutan dalam kehidupan sehari-hari. Dalam hal ini menggabungkan pengetahuan, emosi dan juga tindakan nyata.

2.6 Materi Perubahan Iklim

Penelitian ini menggunakan materi Perubahan Iklim kelas X semester genap fase E kurikulum merdeka. Capaian pembelajaran pada Fase X yaitu, Menerapkan prinsip klasifikasi dan strategi pelestarian keanekaragaman hayati; mendeskripsikan peranan virus, bakteri, dan jamur dalam kehidupan; menganalisis interaksi antar komponen ekosistem dan pengaruhnya terhadap keseimbangan ekosistem; menggunakan sistem pengukuran dalam kerja ilmiah; menganalisis gerak dua dimensi; menganalisis pemanfaatan energi alternatif untuk

mengatasi permasalahan ketersediaan energi; menganalisis partikel penyusun materi dan menerapkan konsep stoikiometri dalam berbagai aspek kuantitatif reaksi kimia; dan **menerapkan konsep IPA untuk mengatasi permasalahan berkaitan dengan perubahan iklim.**

Berikut tabel kedalaman dan keluasan materi berdasarkan capaian pembelajaran peserta didik SMA:

Tabel 3 Keluasan dan Kedalaman Materi Perubahan Iklim

Keluasan	Kedalaman
Dasar dan Mekanisme Perubahan Iklim	<ol style="list-style-type: none"> 1. Anomali Suhu & Radiasi: Ketidakseimbangan energi Bumi akibat interaksi radiasi inframerah dengan gas rumah kaca (GRK). 2. Siklus Karbon: Pemanfaatan fotosintesis sebagai teknologi alami fiksasi karbon. 3. Faktor Gas Rumah Kaca & Kimia Hijau: Analisis vibrasi molekul CO₂ dan CH₄ dalam memerangkap panas serta solusi reduksi emisi
Penyebab dan Sumber Emisi Antropogenik	<ol style="list-style-type: none"> 1. Emisi Hidrokarbon: Analisis pembakaran bahan bakar di sektor transportasi dan industri sebagai dasar pembatasan jejak karbon. sebagai dasar pembatasan jejak karbo 2. Siklus Nitrogen N₂O: Dampak penggunaan pupuk kimia terhadap emisi nitrogen dan keseimbangan kimia tanah. 3. Peran deforestasi dan perubahan fungsi lahan 4. Gejala perubahan iklim <ol style="list-style-type: none"> a. Suhu ekstrem b. Perubahan pola hujan c. Permukaan air laut naik d. Pengasaman air laut e. Peningkatan suhu bumi
Dampak perubahan iklim	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dampak bagi keanekaragaman hayati <ol style="list-style-type: none"> a. Perubahan habitat dan ekosistem b. Gangguan interaksi spesies c. Hilangnya spesies d. Tekanan ekologis 2. Dampak bagi manusia <ol style="list-style-type: none"> a. Ancaman Kesehatan b. Bencana alam

Keluasan	Kedalaman
	c. Ketahanan pangan dan air d. Kerusakan infrastruktur dan ekonomi
Upaya mitigasi dan adaptasi perubahan iklim	1. Upaya mitigasi dan adaptasi perubahan iklim 2. Efisiensi energi dan penghematan 3. Pengelolaan hutan dan restorasi ekosistem 4. Kampanye 3R (Reduce, Reuse, Recycle) 5. Manajemen SDA dan Kesehatan masyarakat 6. Transportasi ramah lingkungan 7. Kebijakan dan edukasi

2.7 Kerangka Berpikir

Pendidikan pada abad ke-21 menuntut peserta didik untuk memiliki kemampuan dalam berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikatif sebagai fondasi utama dalam memecahkan suatu masalah di era digital dan globalisasi. Kemampuan tersebut menjadi sangat relevan ketika dihadapkan pada fakta mengenai perubahan iklim yang kini menjadi tantangan besar dunia. Fakta mengenai perubahan iklim telah menjadi tantangan besar yang memberikan dampak mendalam terhadap lingkungan dan kehidupan berbagai makhluk hidup, di mana fenomena seperti peningkatan suhu global, kenaikan permukaan laut, serta degradasi ekosistem semakin menunjukkan urgensi untuk mengatasi isu ini secara komprehensif. Fenomena ini tidak hanya mengganggu keseimbangan alam tetapi juga menyoroti kebutuhan mendesak akan pendidikan yang efektif, yang dapat membekali individu dengan pemahaman mendalam tentang dampak lingkungan serta strategi mitigasi yang tepat, seperti pengurangan emisi karbon dan adaptasi terhadap perubahan. Namun, tantangan ini semakin diperburuk oleh rendahnya literasi lingkungan dan kesadaran keberlanjutan di masyarakat, di mana banyak individu, termasuk para peserta didik, masih kurang memahami konsep dasar seperti jejak karbon atau siklus air, yang pada akhirnya menghambat upaya preventif dan memperlebar celah antara pengetahuan teoritis dengan aksi nyata dalam menangani krisis global ini.

Dalam konteks Pendidikan perubahan iklim menjadi materi penting untuk menumbuhkan pemahaman ilmiah, kesadaran terhadap lingkungan sekitar dan bagaimana sikap berkelanjutan mendorong perilaku yang bertanggung jawab dalam menjaga bumi, Banyak peserta didik yang belum mampu memahami hubungan antara aktivitas manusia dengan kerusakan lingkungan, belum menunjukkan kepedulian terhadap isu keberlanjutan, dan belum menerapkan perilaku ramah lingkungan dalam kehidupan sehari-hari. Kondisi ini menunjukkan bahwa proses pembelajaran di sekolah masih cenderung menekankan aspek kognitif yang bersifat hafalan dan belum banyak melibatkan peserta didik dalam kegiatan yang kontekstual dan reflektif.

Pembelajaran sains, khususnya Biologi, berperan penting dalam menumbuhkan kesadaran lingkungan melalui pendekatan berbasis masalah nyata dan pemanfaatan teknologi digital. Pendekatan ini mendorong peserta didik menganalisis kasus aktual, seperti dampak deforestasi terhadap keanekaragaman hayati, dengan bantuan simulasi komputer dan kecerdasan buatan. Proses tersebut tidak hanya menekankan penguasaan konsep teoritis, tetapi juga mengembangkan keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan literasi teknologi yang menunjang pemahaman mendalam tentang isu lingkungan. Oleh karena itu, guru perlu menerapkan model pembelajaran yang berpusat pada siswa, seperti *Problem Based Learning (PBL)*, yang melibatkan peserta didik dalam penyelidikan, analisis, dan refleksi terhadap permasalahan kontekstual. Melalui PBL, peserta didik belajar memahami penyebab dan dampak perubahan iklim serta merancang solusi yang dapat diterapkan di lingkungan sekitar secara berkelanjutan.

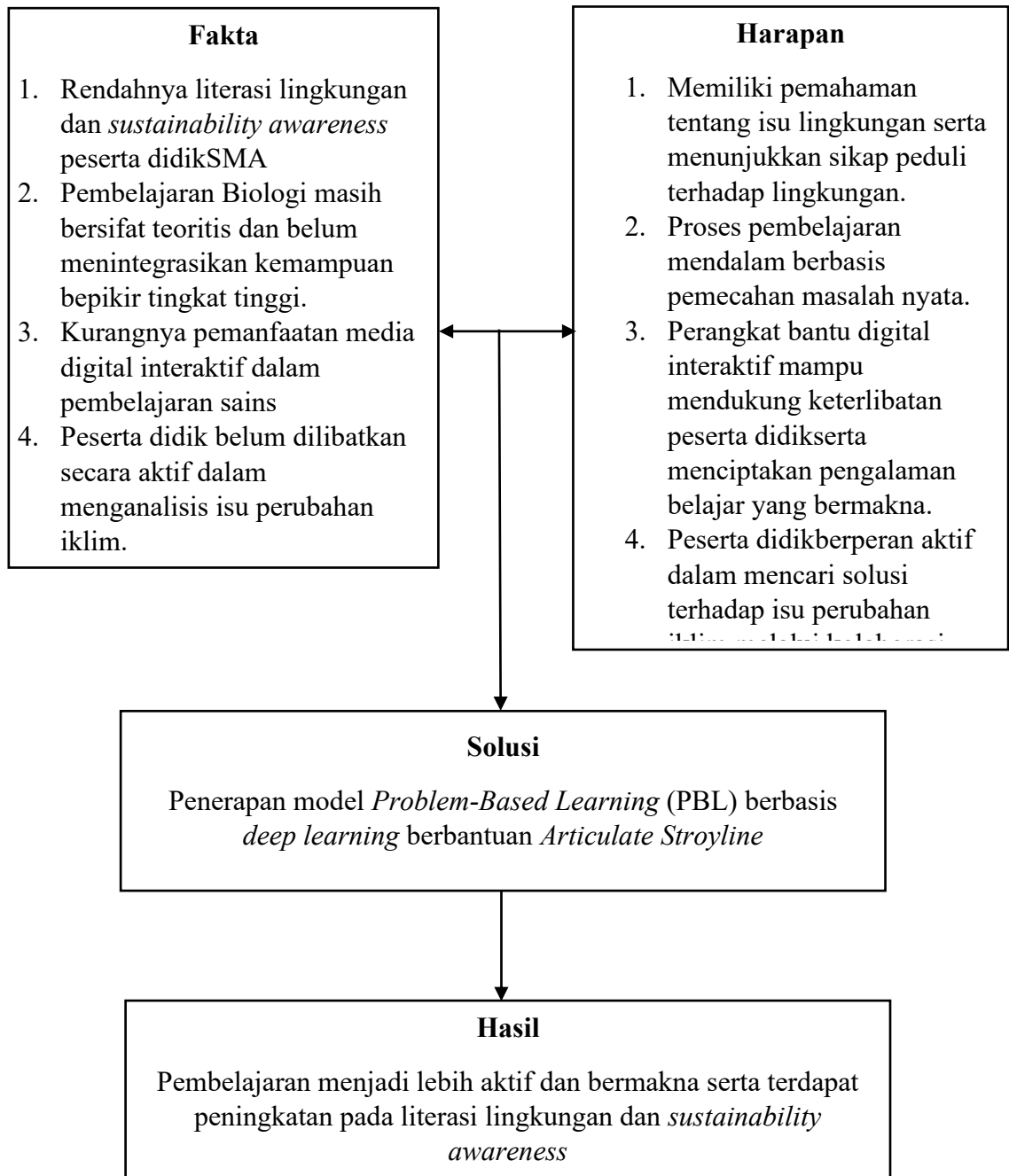
Untuk meningkatkan efektivitas model (PBL), diperlukan pendekatan yang mampu menumbuhkan pemahaman konseptual secara mendalam. Pendekatan tersebut adalah *deep learning*, yang menekankan proses belajar reflektif, analitis, dan bermakna. Melalui pendekatan ini, peserta didik tidak hanya sekadar mengingat informasi, tetapi juga memahami keterkaitan sebab-akibat dalam fenomena lingkungan serta mampu menerapkan konsep ilmiah dalam konteks

kehidupan nyata. Proses pembelajaran yang demikian mendorong terbentuknya kesadaran kritis terhadap isu keberlanjutan, sehingga nilai dan sikap peduli terhadap lingkungan dapat diinternalisasi secara lebih mendalam. Pemanfaatan media digital interaktif juga memiliki peran penting dalam memperkuat implementasi PBL terimplementasi *deep learning*. Salah satu perangkat yang relevan ialah *Articulate Storyline*, ini membantu peserta didik membangun pengalaman belajar yang visual, aplikatif, dan kontekstual, sehingga mereka dapat memahami konsep perubahan iklim secara ilmiah dan relevan dengan kehidupan sehari-hari.

Kombinasi antara model PBL terimplementasi *deep learning* berbantuan *Articulate storyline* menciptakan proses pembelajaran yang aktif, kolaboratif, dan berorientasi pada pemecahan masalah nyata. Integrasi kedua komponen tersebut tidak hanya memperkuat pemahaman konseptual siswa, tetapi juga mengembangkan kemampuan berpikir kritis, reflektif, dan literasi lingkungan yang menjadi dasar dalam membangun *sustainability awareness*.

Penelitian ini terdiri dari variable bebas (X) yakni model pembelajaran *problem based learning* terimplementasi *deep learning* dengan bantuan *Articulate Storyline*. Sedangkan variable terikat dalam penelitian ini (Y) adalah literasi lingkungan dan *sustainability awareness* pada peserta didik.

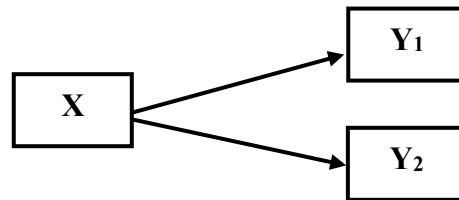
Berikut kerangka berpikir dalam penelitian ini dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1 Kerangka Pikir Penelitian

Dalam penelitian ini yang menjadi variabel bebas (*independent variable*) ialah model PBL berbantuan platform digital yang disimbolkan dengan huruf (X), sedangkan yang menjadi variabel terikat (*dependent variable*) adalah kemampuan literasi lingkungan yang disimbolkan huruf (Y₁) dan *sustainability awareness*

yang disimbolkan dengan huruf (Y_2). Hubungan antara variable tersebut digambarkan dalam diagram berikut:



Gambar 2 Hubungan antara Variabel Bebas dan Variabel Terikat

Keterangan:

- X : Model PBL berbantuan *articulate storyline*
- Y_1 : Kemampuan literasi lingkungan
- Y_2 : *Sustainability Awareness*

2.8 Hipotesis Penelitian

Adapun hipotesa yang diajukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- H_0 : Tidak ada pengaruh yang signifikan pada model *problem-based learning* terimplementasi *deep learning* berbantuan *articulate storyline* terhadap peningkatan literasi lingkungan peserta didik.
- H_1 : Terdapat pengaruh yang signifikan pada model *problem-based learning* terimplementasi *deep learning* berbantuan *articulate storyline* terhadap peningkatan literasi lingkungan peserta didik.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan di SMA Negeri 6 Bandar Lampung yang beralamat di Jl. Ki Agus Anang No. 35, Ketapang, Kec. Panjang, Kota Bandar Lampung dan akan dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2025/2026.

3.2 Populasi Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah peserta didik kelas X SMA Negeri 6 Bandar Lampung 225 peserta didik dan terbagi menjadi 10 kelas. Sampel pada penelitian ini diperoleh menggunakan teknik *purposive sampling*. Peneliti memilih menggunakan *purposive sampling* merupakan metode pengambilan sampel dengan pertimbangan tertentu yang ditetapkan peneliti, sehingga tidak semua anggota populasi memiliki peluang yang sama untuk dijadikan sampel. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah kelas X.8 sebanyak 30 peserta didik sebagai kelas eksperimen yang diberikan perlakuan dengan penggunaan model pembelajaran *Problem Based Learning* terimplementasi *deep learning* berbantuan *Articulate storyline* dan kelas X.9 sebagai kelas kontrol dengan perlakuan pembelajaran menggunakan model *Discovery Learning* dibantu buku cetak.

3.3 Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah desain *quasi eksperimen*. Desain yang digunakan *non equivalent control group design* yaitu subyek dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu kelompok eksperimen dan kelompok

kontrol. Sebelum diberikan perlakuan, kelompok eksperimen dan kontrol diberikan *pretest* terlebih dahulu. Penelitian pada kelas eksperimen dilakukan dengan memberikan perlakuan berupa penerapan model PBL sementara pada kelas kontrol diberikan perlakuan berupa penggunaan model *discovery learning*. Setelah diberikan perlakuan pada kelas eksperimen dan kontrol, peneliti memberikan *posttest* sebagai tes untuk menguji kemampuan pemahaman siswa. Untuk mengukur SA peserta didik, peneliti melakukan pengamatan dengan angket observasi pada kedua kelas, yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Adapun desain yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 4 Desain Penelitian *Non Equivalent Control Group Design*

Kelompok	<i>Pretest</i>	Perlakuan	<i>Posttest</i>
E	Y ₁	X ₁	Y ₂
C	Y ₁	- X ₂	Y ₂

Sumber: (Sugiyono, 2019)

Keterangan:

- E :Perlakuan pada kelas eksperimen menggunakan model PBL terimplementasi *deep learning* berbantuan *articulate storyline*)
- C : Perlakuan pada kelas kontrol menggunakan model *Discovery Learning*
- X₁ :Model *Problem-Based Learning*
- X₂ :*Discovery Learning*
- Y₁ :Skor pre-test
- Y₂ :Skor post-test

3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur pada penelitian ini dilakukan dengan tiga tahapan kegiatan:

- 1) Tahap Persiapan
 - a. Menentukan sekolah yang dilakukan penelitian.
 - b. Mengadakan observasi untuk mengetahui permasalahan yang ada di sekolah.
 - c. Menetapkan sampel yang digunakan sebagai kelas eksperimen dan kontrol.

- d. Menyusun perangkat pembelajaran yang terdiri dari :ATP, Modul Ajar, Media Pembelajaran, Kisi-kisi Soal Pretest-Posttest, Soal Pretest-Posttest, Lembar kerja peserta didik, Rubrik Penilaian Siswa, dan Angket/Kuisisioner Siswa.
 - e. Membuat instrument soal *pretest/posttest* dan angket kemampuan *sustainability awarness*
 - f. Melakukan uji validitas instrument
 - g. Melakukan revisi instrument penelitian yang tidak valid.
- 2) Tahap Pelaksanaan
- a. Memberikan *pretest* di kelas kontrol dan eksperimen untuk mengetahui kemampuan pemahaman konsep peserta didikMemberikan perlakuan yaitu dengan menerapkan model PBL berbantu *Articulate storyline* pada pembelajaran di kelas eksperimen dan model *discovery learning* tanpa berbantu *Articulate storyline* oleh peserta didikdi kelas kontrol.
 - b. Memberikan *posttest* untuk mengukur dan membandingkan literasi lingkungan dan *sustainability awareness* pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. sebelum diberikan perlakuan.
 - c. Memberikan angket tanggapan peserta didik mengenai penggunaan model PBL terimplementasi *deep learning* berbantuan *articulate storyline* dalam pembelajaran dan angket kemampuan *sustainability awareness*.
- 3) Tahap Akhir
- a. Mengolah data hasil penilaian pretest-posttest dan instrumen pendukung lainnya.
 - b. Menganalisis data hasil penilaian yang diperoleh.
 - c. Menyimpulkan hasil penelitian berdasarkan data yang diperoleh.
 - d. Menyusun laporan hasil penelitian

3.5 Jenis dan Teknik Pengumpulan Data

1. Jenis Data

Adapun jenis data yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

a. Data Kualitatif

Data kualitatif dalam penelitian ini dilakukan dengan cara menyebar angket mengukur *sustainability awareness* peserta didik dan angket tanggapan peserta didik terkait model PBL, kemudian data yang didapatkan dari hasil angket sesuai dengan tanggapan yang diberikan oleh peserta didik.

b. Data kuantitatif

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini berupa skor hasil *pretest* dan *posttest* yang dilaksanakan sebelum dan sesudah pembelajaran dengan menggunakan model PBL pada materi pokok Perubahan Iklim untuk mengukur aspek kemampuan kognitif pada indikator literasi lingkungan

2. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian adalah sebagai berikut.

a. Tes

Penelitian ini memanfaatkan tes sebagai instrumen untuk menilai pemahaman konsep siswa. Tes yang digunakan terdiri dari *pretest* dan *posttest* guna mengetahui kemampuan awal dan akhir siswa. Kemudian dihitung selisih antara nilai *pretest* dengan *posttest* dalam bentuk *N-gain*. Nilai *N-gain* yang digunakan untuk mengetahui pengaruh model PBL terimplementasi *deep learning* berbantu *Articulate storyline* terhadap literasi lingkungan peserta didik. Adapun rumus untuk menentukan skor uraian seperti dibawah ini:

$$\text{Skor} = \frac{B}{N} \times 100$$

Keterangan:

B: Banyak butir yang dijawab benar

N: Banyak butir soal

Adapun kriteria dari aspek literasi lingkungan peserta didik adalah sebagai berikut:

Tabel 5 Kategori Kemampuan Literasi Lingkungan

Aspek	Keterangan		
	Rendah	Sedang	Tinggi
Pengetahuan	0%-34%	35%-67%	68%-100%
Kemampuan kognitif	0%-34%	35%-67%	68%-100%
Sikap	0%-45%	46%-74%	75%-100%
Perilaku	20%-45%	46%-74%	75%-100%
Keseluruhan literasi lingkungan	10%-40%	41%-70%	71%-100%

Sumber: (Haske, 2016 adaptasi dari McBeth & Volk, 2009)

b. Angket

Pada penelitian ini teknik pengumpulan data kualitatif yang digunakan menggunakan angket. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan angket tertutup, di mana responden hanya perlu memberikan tanda silang atau ceklis pada pilihan jawaban yang tersedia. Angket pernyataan *sustainability awareness* yang diberikan untuk mengukur kemampuan *sustainability awareness* dan angket yang digunakan untuk mengukur tanggapan peserta didik terhadap pembelajaran mencakup beberapa indikator yang dirancang untuk observasi sesuai dengan sintaks pembelajaran (Sugiyono, 2019).

c. Wawancara

Wawancara digunakan sebagai teknik pengumpulan data kualitatif untuk menemukan permasalahan yang akan diteliti. Wawancara ini dilakukan di sekolah SMA Negeri 6 Bandar Lampung pada guru Biologi kelas X.

3. Uji Prasyarat Instrumen Penelitian

Sebelum instrument penelitian digunakan, perlu dilakukan uji coba untuk menentukan apakah pengujian hipotesis dilakukan dengan uji statistik validitas dan uji reabilitas. Uji instrument digunakan untuk mengetahui butir soal yang sah yang digunakan dalam penelitian dan butir soal yang gugur tidak diikutsertakan dalam penelitian. Proses ini membantu mengidentifikasi

dan memperbaiki kelemahan soal, sehingga meningkatkan validitas dan reliabilitas instrument penelitian. Pemilihan dosen Pendidikan biologi unila sebagai ahli dalam uji ahli soal esay penelitian ini memanfaatkan keahlian akademis dan pengalaman mereka untuk mengevaluasi kualitas, relevansi, dan pengaruh soal, sehingga memastikan instrument penelitian yang valid dan selaras dengan tujuan pembelajaran. Penilaian validitas instrument penelitian literasi lingkungan menggunakan rumus skala *likert* dengan kategori yang terdapat pada tabel 6

Tabel 6 Kriteria Penilaian *Skala Likert*

Nilai Skala	Kategori
1,00-1,75	Kurang Baik
1,76-2,50	Cukup Baik
2,51-3,25	Baik
3,26-4,00	Sangat Baik

Sumber; (Arikunto, 2006)

Data hasil validasi si dari validator dihitung menggunakan rumus perhitungan rerata aspek (P) sebagai berikut :

$$P = \frac{\text{Skor total yang diperoleh}}{\text{Jumlah validator}}$$

Selanjutnya untuk melakukan perhitungan rata-rata setiap aspek, kemudian menghitung drata-rata tiap butir soal dengan rumus berikut :

$$\text{Skor Validitas} = \frac{\text{Jumlah total rata - rata masing - masing aspek}}{\text{Jumlah total aspek yang dinilai}}$$

Hasil analisis digunakan untuk mengetahui validitas instrumen penelitian literasi lingkungan menggunakan kriteria interpretasi hasil validasi yang terdapat di Tabel 7

Tabel 7 Kriteria Interpretasi Hasil Penilaian Instrumen

Nilai Skala	Kategori
1,00-1,75	Kurang Valid
1,76-2,50	Cukup Valid
2,51-3,25	Valid
3,26-4,00	Sangat Valid

Sumber: (Arikunto, 2006)

Berdasarkan hasil uji validitas soal menunjukkan 5 butir soal valid untuk digunakan sebagai instrumen penelitian. Hasil uji validasi dapat dilihat pada tabel 8

Tabel 8 Hasil Uji Ahli Validitas Instrumen

No. Soal	Skor Validator	Kategori
1.	3,3	Sangat Valid
2.	3,5	Sangat Valid
3.	3,4	Sangat Valid
4.	3,4	Sangat Valid
5.	3,4	Sangat Valid

Bukti soal yang terbukti valid mewakili tiap indikator keterampilan berpikir kritis. Pada butir soal nomor 1 dan 3 mewakili indikator mengidentifikasi isu lingkungan. Pada butir soal nomor 2 dan 4 mewakili indikator menganalisis isu lingkungan. Pada soal nomor 5 mewakili indikator membuat rencana tindakan.

3.6 Instrumen Penelitian

Dalam penelitian ini, dua instrument utama digunakan untuk mengumpulkan data, yaitu soal tes literasi lingkungan dan lembar pernyataan angket. Berikut adalah penjelasan lebih lanjut tentang kedua instrument tersebut.

1. Tes (*Pretest* dan *posttest*)

Tes yang digunakan untuk mengukur atau mengetahui sesuatu dalam suasana, cara dan aturan yang sudah ditentukan. Soal tes telah disesuaikan dengan kompetensi dasar di kelas X tingkat SMA. Soal tes ini berhubungan tentang perubahan iklim, berjumlah 5 soal, perhitungan jumlah skor yang diperoleh peserta didik adalah dengan menghitung banyaknya jumlah soal yang terjawab benar. Tes uraian yang terdiri atas butir-butir pertanyaan yang masing-masing mngenadung permasalahan yang mencangkup indikator kemampuan literasi lingkungan yaitu aspek kemampuan kognitif berdasarkan adaptasi dari *National Environmental Literacy Asesment* NELA (2008). Kisi-kisi soal tercantum pada tabel 9.

Tabel 9 Kisi-Kisi Soal *Pretest-Posttest*

No Soal	Jumlah soal
1,3	2
2,4	2
5	1

2. Angket

a. Angket pernyataan *sustainability awareness*

Kesadaran keberlanjutan peserta didik diperoleh melalui hasil pengisian angket berisikan 15 pertanyaan dari (Hassan, 2010) dan diolah menggunakan skala Guttman. Skala Guttman merupakan Teknik pengukuran yang digunakan dalam berbagai bentuk instrument, seperti soal pilihan ganda maupun lembar ceklis. Dengan tujuan memperoleh jawaban skala likert.. Pernyataan pada angket dijelaskan pada tabel 10.

Tabel 10 Kisi-Kisi Angket *Sustainability Awareness*

Indikator	Deskripsi	Butir soal
Kesadaran praktik berkelanjutan (<i>Sustainability practice awareness</i>)	Praktik-praktik kesadaran lingkungan yang dilakukan peserta didik	1,2,4,5,7,10,13,14
Kesadaran perilaku dan sikap (<i>behavior and attitude awareness</i>)	Perilaku dan sikap peserta didik dalam upaya menjaga lingkungan	6,9,11
Kesadaran emosional (<i>Sustainability emotional awareness</i>)	Perasaan peserta didik terhadap lingkungan sekitar	3,8,12,15

(Hassan, *et.al.* 2010).

2. Angket tanggapan peserta didik terhadap pembelajaran

Angket tanggapan peserta didik digunakan untuk mengetahui respon peserta didik terhadap pembelajaran yang telah dilakukan dengan menggunakan model PBL terimplementasi *deep learning* berbantuan *articulate storyline* terhadap literasi lingkungan dan *sustainability awareness*. Angket tersebut mencakup pernyataan yang bertujuan untuk mengumpulkan informasi tentang pengalaman belajar peserta didik dengan memberikan perlakuan tersebut. Pernyataan dibuat dalam bentuk angket menggunakan skala likert.

3.7 Teknik Analisis Data

1. Perhitungan nilai hasil *pretest* dan *posttest*

Perhitungan nilai *pretest* dan *posttest* dilakukan setelah memperoleh data skor dari kedua tes yang telah dilakukan. Teknik analisis data tes kemampuan literasi lingkungan peserta didik diuji dengan menggunakan uji statistik. 33 Sebelum melakukan pengujian hipotesis, data dilakukan uji prasyarat terlebih dahulu yang berupa perhitungan nilai *N-gain*, uji normalitas dan uji homogenitas dengan bantuan SPSS versi 27

a) *N-gain*

Hasil *pretest* dan *posttest* yang didapatkan selanjutnya dilakukan perhitungan dengan uji *N-gain* untuk mengukur peningkatan kemampuan literasi lingkungan peserta didik kelas X materi perubahan iklim. Nilai *N-gain* dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Normalized - gain} = \frac{\text{skor posttest} - \text{skor pretest}}{\text{skor maksimum} - \text{skor pretest}} \times 100$$

Adapun tabel kriteria (*N-Gain*) adalah sebagai berikut.

Tabel 11 Kriteria Tingkat (*N-Gain*)

Interval Koefisien	Kriteria
$(N-Gain) \leq 0,3$	Rendah
$0,3 < N-Gain > 0,7$	Sedang
$N-Gain \geq 0,7$	Tinggi

Sumber : (Wijaya,dkk 2021).

b) Uji Normalitas

Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui sampel dari populasi berdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas dapat dilakukan menggunakan aplikasi SPSS dengan menggunakan analisis *Kolmogorov Smirnov*. Hipotesis dan kriteria uji pada SPSS (Purnomo, 2016) adalah sebagai berikut:

1. Hipotesis

H_0 : Data berdistribusi normal, H_0 diterima apabila nilai signifikan probabilitas $> 0,05$, sementara itu

H_1 : Data tidak berdistribusi normal, H_1 diterima apabila nilai signifikan atau nilai probabilitas $< 0,05$.

2. Kriteria Pengujian

a. Jika nilai $sig < 0,05$ maka H_0 ditolak (hal ini berarti data terdistribusi tidak normal)

b. Jika nilai $sig > 0,05$ maka H_0 diterima (hal ini berarti data terdistribusi normal)

c) Uji Homogenitas

Uji homogenitas bertujuan untuk mencari tahu apakah dari beberapa kelompok data penelitian memiliki variansi sama (homogen) atau tidak sama (heterogen) (Nuryadi *et al.*, 2017). Uji homogenitas ini dapat dilakukan setelah mendapatkan hasil data uji normalitas yang berdistribusi normal. Dalam penelitian ini uji homogenitas menggunakan Uji *Levene's Test* pada taraf signifikansi 5% atau $\alpha = 0,05$.

1. Apabila nilai signifikansi *levene's test* $< 0,05$ maka kelompok data memiliki varian tidak sama atau tidak homogen.
2. Apabila nilai signifikansi *levene's test* $> 0,05$ maka kelompok data memiliki varian yang sama atau homogen.

d) Uji Hipotesa

Uji hipotesis dilaksanakan setelah melakukan uji prasyarat. Pengujian hipotesis data yang terdistribusi normal dan homogen menggunakan uji-t. Uji-t yang digunakan adalah Independent Sampel T-Test dengan bantuan program SPSS. Uji-t dilakukan untuk mengetahui perbedaan rata-rata hasil belajar peserta didik pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Jika data tidak memenuhi normalitas dan homogenitas maka digunakan uji *Mann Whitney*. Pada uji hipotesis ini menggunakan taraf signifikan 0,05 dengan dasar pengambilan keputusan sebagai berikut (Nur, P., Indah, 2016):

1. Jika nilai sig. (*2-tailed*) > 0,05 maka H₀ diterima dan H₁ ditolak
2. Jika nilai sig. (*2-tailed*) < 0,05 maka H₀ ditolak dan H₁ diterima

e) Uji Pengaruh (*Effect Size*)

Effect size merupakan pengukuran besarnya efek suatu variabel bebas pada variabel terikat, besarnya perbedaan maupun hubungan yang bebas dari pengaruh besarnya sampel (Santoso, 2010).

$$d = \frac{\bar{x}_t - \bar{x}_c}{\textit{Spooled}} \times 100\%$$

Keterangan :

d = Nilai *effect size*

\bar{x}_t = Nilai rata-rata kelas eksperimen

\bar{x}_c = Nilai rata-rata kelas kontrol

Spooled = Standar deviasi

Ukuran efek dikategorikan pada tingkatan menurut *Cohen's* ditunjukkan pada tabel 21.

Tabel 12 Kriteria Interpretasi Nilai *Effect size*

Nilai <i>Effect size</i>	Interpretasi efektivitas
$d < 0,199$	Tidak efektif
$0,20 < d < 0,499$	Rendah
$0,50 > d < 0,799$	Sedang
$d \geq 0,80$	Tinggi

Sumber: (Cohen, 1998).

2. Analisis Data Angket *Sustainability Awareness*

Data mengenai SA diperoleh melalui instrument angket. Pengolahan data angket menggunakan penerapan angket yaitu skala liker dengan lima pilihan jawaban dari peserta didik dengan penilaian sebagai berikut: SS (Sangat Setuju) mendapat skor 5, setuju (S) mendapat skor 4, ragu (RG) mendapat skor 3, tidak setuju (TS) mendapat skor 2, dan sangat tidak setuju (STS) mendapat skor 1 (Sugiyono, 2019). Skala ini memungkinkan pengukuran sikap dan kesadaran peserta didik secara konsisten, terutama dalam konteks lingkungan hidup dan keberlanjutan. Kemudian data dibuat kedalam bentuk Persentase dengan cara sebagai berikut:

$$\text{Persentase Sustainability Awareness} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah skor maksimum}} \times 100\%$$

Dengan interpretasi *sustainability awareness* sebagai berikut:

Tabel 13 Interpretasi *Sustainability Awareness*

Persentase respons (%)	Kriteria respon
0,0-39,9	Praktek yang dilakukan dengan frekuensi jarang atau tidak pernah
40,0-69,9	Praktek yang dilakukan dengan frekuensi sedang
70,0-100	Praktek yang dilakukan dengan frekuensi sering atau selalu

(Hassan, *et.al.* 2010).

3. Angket Tanggapan Peserta Didik Terhadap Model PBL

Angket tanggapan peserta didik digunakan untuk mengetahui respon peserta didik terhadap pembelajaran yang telah dilakukan dengan menggunakan model PBL terimplementasi *deep learning* berbantuan *articulate storyline* terhadap literasi lingkungan dan *sustainability awareness*. Angket tersebut mencakup pernyataan yang bertujuan untuk mengumpulkan informasi tentang pengalaman belajar peserta didik dengan memberikan perlakuan tersebut. Dalam penelitian ini, skala yang digunakan pada penerapan angket yaitu skala liker dengan lima pilihan jawaban dari peserta didik dengan penilaian sebagai berikut: SS (Sangat Setuju) mendapat skor 5, setuju (S) mendapat skor 4, ragu (RG) mendapat skor 3, tidak setuju (TS) mendapat skor 2, dan sangat tidak setuju (STS) mendapat skor 1 (Sugiyono, 2019). Kemudian hasil angket yang diperoleh dihitung persentasenya menggunakan rumus berikut:

$$\frac{\text{Jumlah skor benar yang diperoleh}}{\text{Jumlah pertanyaan} \times \text{skor maksimal}} \times 100\%$$

Adapun kriteria angket tanggapan peserta didik terhadap pembelajaran dengan model PBL sebagai berikut:

Tabel 14 Kriteria Angket Tanggapan Peserta Didik

Skala	Kriteria
80,1%-100%	Sangat Tinggi
60,1%-80,0%	Tinggi
40,1%-60,0%	Sedang
20,1%-40,0%	Rendah
0,0%-20,0%	Sangat Rendah

(Sugiyono, 2016).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Model *Problem-Based Learning* terimplementasi *deep learning* berbantuan *articulate storyline* berpengaruh signifikan ($p < 0,05$) terhadap literasi lingkungan peserta didik kelas X pada materi perubahan iklim SMA Negeri 6 Bandar Lampung.
2. Model *Problem-Based Learning* terimplementasi *deep learning* berbantuan *articulate storyline* berpengaruh signifikan (78,06% kategori tinggi) terhadap *sustainability awareness* peserta didik kelas X pada materi perubahan iklim SMA Negeri 6 Bandar Lampung.

5.2 Saran

Berdasarkan temuan dari penelitian yang telah dilakukan, penulis memberikan beberapa masukan sebagai berikut.

1. Mengingat literasi lingkungan dalam pembelajaran biologi masih belum banyak dikembangkan, khususnya di lingkungan FKIP Universitas Lampung. Oleh karena itu, diharapkan penelitian ini dapat menjadi rujukan untuk mengembangkan kajian lebih lanjut terkait integrasi literasi lingkungan pada materi perubahan iklim.

2. Bagi peneliti lain yang ingin melakukan penelitian menggunakan media *articulate storyline*, diharapkan dapat mengonversi media tersebut menjadi format aplikasi berbasis APK agar dapat diakses secara *offline* dan ditambahkan fitur lainnya agar inovatif.
3. Perlu adanya pengembangan aktivitas belajar yang lebih fokus pada sub-indikator membuat rencana tindakan, karena aspek ini masih menunjukkan capaian yang rendah. Penelitian berikutnya disarankan untuk merancang proyek aksi lingkungan yang lebih konkret agar peserta didik mampu merumuskan solusi nyata secara sistematis.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A., & Yahya, S. (2025). Kajian Pemanfaatan Deep Learning Dalam Pembelajaran Pada Lembaga Pelatihan. *Journal Of Management, Administration, Education, And Religious Affairs*, 7(1), 25–41.
- Aiman, U., & Ahmad, R. A. R. (2020). Model pembelajaran berbasis masalah (pbl) terhadap literasi sains peserta didikkelas V sekolah dasar. *Jurnal Pendidikan Dasar Flobamorata*, 1(1), 1–5.
- Alhadi, D.F & Cholik, M. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis *Articulate storyline* Pada Mata Pelajaran Gambar Teknik Kelas X Smk Negeri 1 Sidoarjo Deo Farma Alhadi Mochamad Cholik Abstrak. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, 11(1), 126–132.
- Alissa, V. (2022). Kesadaran Peserta Didik Dalam Penerapan Green School Untuk Mendukung Esd (*Education for Sustainable Development*). *EduTeach : Jurnal Edukasi Dan Teknologi Pembelajaran*, 3(2), 51–60. <https://doi.org/10.37859/eduteach.v3i2.3805>
- Arends, R. I. (2012). *Learn to teach Ninth Edition*. McGraw-Hill.
- Arikunto, S. (2006). *Prosedur Penelitian, Suatu Pendekatan Praktek*. Rineka Cipta.
- Arwan, J. F., Dewi, L., & Wahyudin, D. (2021). Urgensi Pendidikan Berbasis Perubahan Iklim Untuk Pembangunan Berkelanjutan. *Jurnal Pendidikan Lingkungan Dan Pembangunan Berkelanjutan*, 22(2), 23–38.
- Badan Meteorologi, Klimatologi, dan G. (n.d.). *Laporan Perubahan Iklim di Indonesia*. <https://www.bmkg.go.id/iklim/analisis-laju-perubahan-suhu-udara>
- Batlolona, J. R. (2024). *Pelatihan Desain Lembar Kerja Peserta Didik dengan Model Problem-Based Learning di SD Inpres 19 Ambon Pelatihan Desain Lembar Kerja Peserta Didik dengan Model Problem-Based Learning*. June.
- Cohen, J. (1998). *Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd ed.)*. Hillsdale, . NJ: Lawrence Earlbaum Associates.
- Fang, W. T., Hassan, A., & Lepage, B. A. (2023). The Living Environmental Education: Sound Science Toward a Cleaner, Safer, and Healthier Future. In *Sustainable Development Goals Series: Vol. Part F2745*. <https://doi.org/10.1007/978-981-19-4234-1>
- Faturohman, L.H, & Muhamad Fahrurroji. (2024). Analisis Dampak Perubahan

- Iklim Terhadap Hak Pada Manusia. *Terang : Jurnal Kajian Ilmu Sosial, Politik Dan Hukum*, 1(3), 01–08. <https://doi.org/10.62383/terang.v1i3.346>
- Fina, S., Muhammad, M., Idad, S., Dindin J, E. P. (2021). *Articulate Storyline: Sebuah Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Pada Materi Sel. Pedagonal : Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 5(1).
https://www.researchgate.net/publication/363436230_Articulate_Storyline_Sebuah_Pengembangan_Media_Pembelajaran_Interaktif_Pada_Materi_Sel
- Fitriani, A. S. (2025). Analisis Literatur: Pendekatan Pembelajaran Deep Learning Dalam Pendidikan. *Jurnal Ilmiah Nusantara (JINU)*, 2(3), 50–57.
- Fleacă, B., Fleacă, E., & Maiduc, S. (2023). *Fostering Skills for Sustainability – Lessons Learnt from Curriculum Design and Learning Outcomes. European Journal of Sustainable Development*, 12(1), 69.
<https://doi.org/10.14207/ejsd.2023.v12n1p69>
- Graaff, E. D. E. (2003). *Characteristics of Problem-Based Learning * . Int. J. Engng Ed*, 19(5), 657–662.
- Habibuzzahro, L., & Istianah, F. (2025). Pengembangan Multimedia Interaktif Berbasis *Articulate storyline* 3 Untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Pada Materi Perkembangbiakan Tumbuhan Kelas IV Sekolah Dasar. *Jurnal Penelitian Pendidikan Guru Sekolah Dasar (JPPGSD)*, 13(2), 453–467.
- Hartono, D. (2023). Perubahan Iklim dan Dampaknya Pada Indonesia. *Jurnal Mirai Management*, 8(2), 170–183.
- Hasanah, U., Sya, H. M. A., Sunaryo, Aqil, D. I., Sapsuha, S., Karnoto, B. K., Astuty, E. R., Hanafi, Y., Baga, S., & Sukahatya, I. G. (2023). Ekopedagogik Dalam Pendidikan Kependudukan Dan Lingkungan Hidup. In *KARIMA (Karya Ilmu Media Aulia)*.
<https://disdukcapil.pontianakkota.go.id/kependudukan-dan-lingkungan-hidup-ditulis-oleh-ersa-tri-fitriasari>
- Haske, A. S. H. (2016). *Penerapan E-Learning Berbasis Moodle Dalam Pembelajaran Ekosistem Untuk Meningkatkan Literasi Lingkungan Peserta didik Kelas X Pada Program Pengayaan*.
- Hassan, A., Tajul, A. N., & Suriati, S. (2010). *The status on the level of environmental awareness in the concept of sustainable development amongst secondary school students. Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2, 1276–1280.
- Hermansyah. (2020). Problem Based Learning in Indonesian Learning. In *Social, Humanities, and Educational Studies (SHES): Conference Series*, 3(3), 2257–2262.
- Imafuku, R., Kataoka, R., Mayahara, M., Suzuki, H., & Saiki, T. (2014). Students' Experiences in Interdisciplinary Problem-based Learning: A Discourse Analysis of Group Interaction. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 8(2), 3–13. <https://doi.org/10.7771/1541->

5015.1388

- Imran, A., & Suhardi, I. (2024). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis *Articulate storyline* Pada Mata Pelajaran Administrasi Sistem Jaringan di SMK Tridharma MKGR Maros. *Journal of Computers, Informatics, and Vocational Education*, 1(2), 60–64.
- Jadidah, I. T., Anisah, N., Zakiyah, A. N., Sari, E. K., & Meyana Dewi, S. P. P. (2023). Pengaruh pola konsumsi masyarakat urban dan dampaknya terhadap lingkungan. *SIGNIFICANT: Journal Of Research and Multidisciplinary*, 2(2), 189–201.
- Kadek, N., Charlina, E., Wibawa, I. M. C., & Dharmayanti, P. A. (2024). *Multimedia Interaktif Berbasis Model Problem-Based Learning Menggunakan Aplikasi Articulate storyline 3 pada Materi Perubahan Wujud Benda*. 5(1), 1–12.
- Khakim, N., Santi, N. M., Bahrul, A., Assalami, U., & Putri, E. (2022). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning Dalam Meningkatkan Motivasi Belajar PPKn Di SMP YAKPI 1 DKI. 2(2), 347–358.
- Koearso, D. A. P. (2023). *Growing Green: Menanamkan Kebiasaan Hidup Berkelanjutan Pada Anak Di Lembaga Pendidikan Anak Usia Dini*. *Indonesian Journal of Islamic Gloden Age Education*, 4(1).
- Kurniawan, R. G. (2025). *Pembelajaran diferensiasi berbasis deep learning: Strategi mindful, meaningful, dan joyful learning*. Penerbit Lutfi Gilang.
- Lia Aprianti1, dan A. M. (2025). Analisis Sikap Peduli Peserta didik terhadap Lingkungan Sekolah. *Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 6(1), 580–590.
- Lubis, D. P. (2011). Pengaruh Perubahan Iklim Terhadap Keanekaragaman Hayati di Indonesia. *Jurnal Geografi*, 3(2), 107–117.
<https://doi.org/10.24114/jg.v3i2.7365>
- Ma'ariif SN. (2025). Naskah Akademik Perencanaan Pembelajaran Mendalam Menuju Pendidikan Bermutu Untuk Semua. Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah Republik Indonesia.
https://kurikulum.kemdikbud.go.id/file/1741963991_manage_file.pdf
- Maryanti, S., Sopandi, W., & Rusyati, L. (2025). *A Systematic Literature Review on Sustainability Awareness : How Does It Contribute to Science Education*. 9(2), 398–420. <https://doi.org/10.15575/jp.v9i2.373>
- McBeth, W., & Volk, T. (2016). *The national environmental literacy project: A baseline study of middle grade students in the United States*. *Journal of Environmental Education*, 41(1), 55–67.
<https://doi.org/10.1080/00958960903210031>
- McTighe, J., & Silver, H. F. (2020). *Teaching for deeper learning: Tools to engage students in meaning making*. ASCD.
- NAAEE North American Association for, & Education, E. (2011). *Exploring Synergy: Environmental Literacy and the Next Generation Science*

Standards. August. https://eeepro.naaee.org/sites/default/files/eeepro-post-files/exploring_synergy_environmental_literacy_and_the_next_generation_science_standards.pdf?

- Nasution. (2016). Analisis Literasi Lingkungan Peserta didik Sma Kelas X Di Samboja Dalam Pembelajaran Biologi. *Proceeding Biology Education Conference*, 13(1).
- NELA. (2008). *National Environmental Literacy Assessment Project : Year 1 , National Baseline Study of Middle Grades Students Final Research Report.*
- Nugraha, M. T. (2021). Membentuk karakter kepemimpinan pada peserta didik melalui pendekatan pembelajaran deep learning. *Al-Hikmah (Jurnal Pendidikan Dan Pendidikan Agama Islam)*, 3(1), 15–23.
- Nur, P., Indah, P. & S. (2016). Efektivitas Model Problem-Based Learning (PBL) Terhadap Hasil Belajar Maha Peserta Didik Prodi Pendidikan Biologi Universitas Sulawesi Barat. *Jurnal Sainifik*. 2, 2(2), 134–141. doi:10.31605/sainifik.v2i2.105
- Nurmarwaa, S., Raraningrum, A. O., Wardani, S. I., & Setiaji, B. (2022). *Articulate storyline 3 sebagai Media Pembelajaran Interaktif di Masa Pandemi Covid-19 untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Peserta didik SMA pada Hukum Kekekalan Momentum : Uji Kelayakan A Feasibility Test : Interactive Learning Media based Articulate storyline 3.* 10(1), 35–42.
- Nuryadi, Astuti, T. D., Utami, E. S., & Budiantara, M. (2017). Buku Ajar Dasar-dasar Statistik Penelitian. In *Sibuku Media*.
- Purnama, S. P. (2014). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Menggunakan Software *Articulate storyline* Pada Mata Pelajaran Teknik Elektronika Dasar Kelas X Tei 1 Di Smk Negeri 2 Probolinggo Saputra Indra Purnama. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro.*, 3(2), 275–279.
- Purnawati, A., & Yakin, N. (2025). Implementasi Kemampuan Literasi Sains dalam Pembelajaran IPA Terintegrasi di Sekolah Dasar. *Action Research Journal*, 2(2), 107–120.
- Purnomo, R. . (2016). *Analisis Statistik Ekonomi dan Bisnis dengan SPSS*. CV. Wade Group bekerjasama dengan UNMUH Ponorogo Press.
- Puspita, S. C., Wardani, S., & Permatasari, A. N. (2025). Pendekatan Deep Learning Pada Pembelajaran Ipa Di Sekolah Dasar Negeri 58 Mojo Sragen. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 10(3).
- Ramdani, R., Muslimin, N. A., & H. (2022). Pengaruh Liveworksheets dalam model pbl terhadap hasil belajar peserta didikkelas XI IPA SMAN 3 Barru. *Jurnal Inovasi Pendidikan Berbantuan Teknologi*, 2(3), 243–251.
- Ramsurrun, H., Elaheebocus, R., & Chiniah, A. (2024). Digital tools in informal science education sites: A systematic literature review. *Journal of Science Education and Technology*, 33(4), 569–589.
- Bidahyani, R.Y., Septiana, D.W, I. N. D. (2024). Efektivitas Model Problem-

Based Learning (PBL) Berorientasi Kearifan Lokal Pada Materi Keanekaragaman Hayati Terhadap Literasi Lingkungan Siswa. *Empiricism Journal*, 5(2), 509–518.

Ratnawati, Y. A. I. (2021). Effect of Problem Based Learning Model on Learning Outcomes. *SHEs: Conference Series*, 4(6), 1229–1233.

Rini, N. W. (2022). Profil Sustainability Awareness Peserta didik Sma / Smk Pada Materi Dalam rangka Menghadapi Persaingan Ketat Di Berbagai Bidang Kehidupan Pada Abad Ke-21 Ini , Akademik , Melainkan Masalah Karakter Dan Keterampilan . Keterampilan yang diperlukan untuk (Amelia dk. *Jurnal Sains Dan Pendidikan Fisika*, 18(1), 68–76.

Robert Randall. (2025). *Konsep dan Implementasi Deep learning*.
<https://gurudikdas.dikdasmen.go.id/news/konsep-dan-implementasi-deep-learning-oleh-robert-randall>

Salshabella, D. C., Wardani, D. K., & Sabandi, M. (2025). *From Education To Action : Environmental Literacy As A Predictor Of Green Consumption In Urban Societies*. *Sosioedukasi: Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan Dan Sosial*, 14(3), 1340–1351.

Santoso, R., Fenny, R., Joko, S. (2021). Analisis Literasi Lingkungan Peserta didik Smp. *Jurnal Penelitian Pendidikan Sains*, 10(2), 1976–1982.

Santoso. (2010). Studi Deskriptif Effect Size Penelitian-Penelitian di Fakultas Psikologi Pendidikan Universitas Sanata Dharma. *Jurnal Penelitian*, 14(1), 1–17.

Setiawan, H., Kusnadi, K., Surtikanti, H. K., & Riandi, R. (2023). Gender differences and the correlation of environmental knowledge with sustainability awareness after ESD-PjBL implementation. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 9(3), 371–386.
<https://doi.org/10.22219/jpbi.v9i3.26049>

Sterling, S., & Orr, D. (2001). Sustainable education: Re-visioning learning and chang. *Otnes: Green Books for the Schumacher Society.*, 06, 1–64.

Sugiyono. (2016). *Metodologi Penelitian Penyelidikan*. Alfabeta.

Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.

Suparsawan, I. K., & SD, S. P. (2020). *Kolaborasi pendekatan saintifik dengan model pembelajaran STAD geliatkan peserta didik*. Tata Akbar.

Suyanto., & Jihad, A. (2025). *Prinsip dan Implementasi Pembelajaran Mendalam*. Erlangga.

Thiagarajan. (1970). *Development for Training Teachers of Exceptional Children: A Sourcebook*. Indiana Univ., Bloomington. Center for Innovation in.
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED090725.pdf>

Tilbury Daniella. (2011). *Education for sustainable development: an expert review of processes and learning*. UNESCO, 1–130.

<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000191442>

- Tjasyono, B. (2012). Karakteristik dan Sirkulasi Atmosfer. In *Meteorologi Indonesia Volume I: Vol. I*.
- UNESCO. (2017). *Education for sustainable development goals: Learning objectives*. Educational, Scientific and Cultural Organization. https://www.unesco.at/fileadmin/Redaktion/Publikationen/Publikations-Dokumente/2017_Education_for_SDG.pdf
- UNESCO. (2019). *Sustainable development and global citizenship*. <https://gem-report-2016.unesco.org/en/chapter/target-4-7-sustainable-development-and-global-citizenship/>
- Widiyastuti, D. A., Nurtamara, L., & Ulimaz, A. (2024). Analisis kesadaran dan literasi lingkungan pada mahapeserta didikpendidikan biologi. *Journal on Education*, 6(4), 18987–18997.
- Wijaya, R. S. & B. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Mobile Learning Berbasis Aplikasi Android Pada Materi Sistem Pengapian Sepeda Moto. *Jurnal Ilmu Manajemen Terapan*, 2(4), 513–523. https://www.researchgate.net/publication/352008124_Pengembangan_Media_Pembejaran_Mobile_Learning_Berbasis_Aplikasi_Android_Pada_Materi_Sistem_Pengapian_Sepeda_Motor
- Woolf, B. P. (2009). *Building Intelligent Interactive Tutors Student-centered strategies for revolutionizing e-learning*. Morgan Kaufmann Publishers. https://booksite.elsevier.com/samplechapters/9780123735942/Sample_Chapters/01~Front_Matter.pdf
- Yildirim, M. S., Elkoca, A., Gökçay, G., Yilmaz, D. A., & Yıldız, M. (2025). *The relationship between environmental literacy, ecological footprint awareness, and environmental behavior in adults*. *BMC Public Health*, 25(1). <https://doi.org/10.1186/s12889-025-21340-3>
- Yusriana, A., Helendra., Relsas, Y., S. F. (2024). Pengaruh Penerapan Problem Based Learning (Pbl) Terhadap Literasi Lingkungan Pada Pembelajaran Biologi Di Sman 7 Tebo. *Biogenerasi Jurnal Pendidikan Biologi*, 9(2), 1294–1301.
- Yusrolana, Hadi Wiwin Puspita, Wahyuni Eva Ari, Putera Dwi Bagus Rendy Astid, A. F. (2025). Peningkatan Literasi Lingkungan Peserta didik Melalui Model Pembelajaran Problem Based Learning. *Jurnal Natural Science Educational Research*, 8(1), 77–83.