

**PENGARUH MODEL PBL BERBANTU E-LKPD *LIVEWORKSHEETS*
TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS DAN
KOLABORASI PESERTA DIDIK PADA MATERI
PERUBAHAN IKLIM BEORIENTASI SDGs**

(Skripsi)

Oleh

NANDA HASIAN



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

ABSTRAK

PENGARUH MODEL PBL BERBANTU E-LKPD LIVEWORKSHEETS TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS DAN KOLABORASI PESERTA DIDIK PADA MATERI PERUBAHAN IKLIM BEORIENTASI SDGs

Oleh

NANDA HASIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari penerapan model PBL berbantu e-LKPD *Liveworksheets* pada materi perubahan iklim berorientasi SDGs terhadap keterampilan berpikir kritis dan kolaborasi peserta didik. Jenis penelitian yang digunakan ialah *quasi eksperimen*. Sampel penelitian terdiri dari dua kelompok yang dipilih dengan teknik *Cluster Random Sampling*. Penelitian ini menggunakan desain *Pretest-Posttest Nonequivalent Control Group*. Data penelitian didapatkan dengan memberikan *pretest* dan *posttest* untuk kemampuan berpikir kritis serta lembar observasi untuk keterampilan kolaborasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan model PBL berbantu e-LKPD *Liveworksheets* pada materi perubahan iklim berorientasi SDGs berpengaruh signifikan terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik (*Sig. (2 tailed)* $0,00 < 0,05$) dengan rata-rata *N-Gain* sebesar 0,64 (sedang) serta berpengaruh terhadap keterampilan kolaborasi peserta didik dengan rata-rata persentase sebesar 81,2% (baik). Dengan demikian pembelajaran dengan model PBL berbantu e-LKPD *Liveworksheets* pada materi perubahan iklim berorientasi SDGs berpengaruh secara signifikan terhadap keterampilan berpikir kritis dan kolaborasi peserta didik.

Kata Kunci: *Problem Based Learning*, Berpikir Kritis, Kolaborasi, SDGs

ABSTRACT

THE EFFECT OF THE PBL MODEL ASSISTED BY E-LKPD LIVEWORKSHEETS ON STUDENTS' CRITICAL THINKING AND COLLABORATION SKILLS ON SDGS-ORIENTED CLIMATE CHANGE MATERIAL

By

NANDA HASIAN

This study aims to determine the effect of the application of the PBL model assisted by e-LKPD Liveworksheets on SDGs-oriented climate change material on students' critical thinking and collaboration skills. The type of research used is quasi-experimental. The research sample consisted of two groups selected using the Cluster Random Sampling technique. This study used the Pretest-Posttest Nonequivalent Control Group design. The research data were obtained by providing a pretest and posttest for critical thinking skills and an observation sheet for collaboration skills. The results showed that the application of the PBL model assisted by e-LKPD Liveworksheets on SDGs-oriented climate change material had a significant effect on improving students' critical thinking skills (Sig. (2 tailed) $0.00 < 0.05$) with an average N-Gain of 0.64 (moderate) and influenced students' collaboration skills with an average percentage of 81.2% (good). Thus, learning with the PBL model assisted by e-LKPD Liveworksheets on SDGs-oriented climate change material has a significant effect on students' critical thinking and collaboration skills.

Keywords: *Problem Based Learning*, Critical Thinking, Collaboration, SDGs

**PENGARUH MODEL PBL BERBANTU E-LKPD LIVEWORKSHEETS
TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS DAN
KOLABORASI PESERTA DIDIK PADA MATERI
PERUBAHAN IKLIM BEORIENTASI SDGs**

Oleh

NANDA HASIAN

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
2025**

Judul Skripsi

: Pengaruh Model PBL Berbantu E-LKPD *Liveworksheets* Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Kolaborasi Peserta Didik Pada Materi Perubahan Iklim Berorientasi SDGs.

Nama Mahasiswa

: Nanda Hasian

Nomor Pokok Mahasiswa

: 2113024057

Program Studi

: Pendidikan Biologi

Jurusan

: Pendidikan MIPA

Fakultas

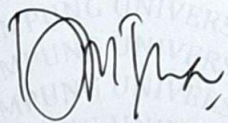
: Keguruan dan Ilmu Pendidikan

MENYETUJUI

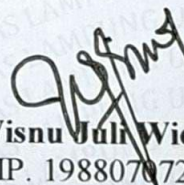
1. Komisi Pembimbing

Pembimbing 1

Pembimbing 2



Dr. Dina Maulina, S.Pd., M.Si.
NIP. 198512032008122001



Wisnu Juli Wiono S.Pd., M.Pd.
NIP. 198807072019031014

2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA



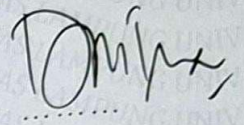
Dr. Nurhanurawati, M.Pd.
NIP. 196708081991032001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

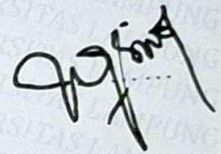
Ketua

: **Dr. Dina Maulina, S.Pd., M.Si.**



Sekretaris

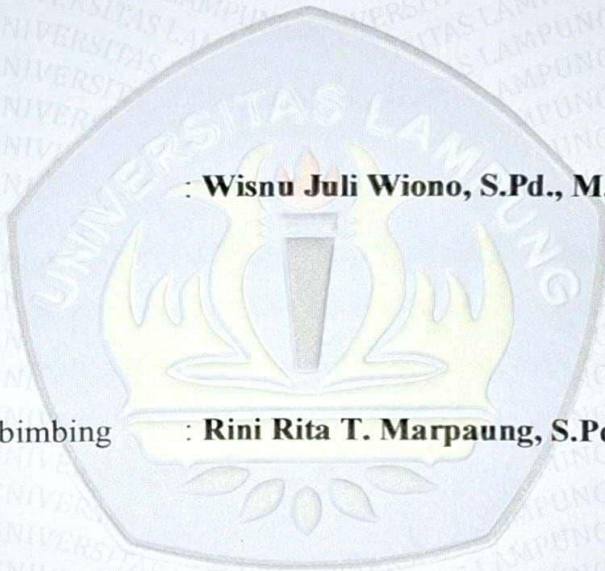
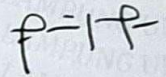
: **Wisnu Juli Wiono, S.Pd., M.Pd.**



Penguji

Bukan Pembimbing

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



2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



: **Dr. Albet Maydiantoro, M.Pd.**

NIP 19870504 201404 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 13 Juni 2025

PERNYATAAN SKRIPSI MAHASISWA

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Nanda Hasian
Nomor Pokok Mahasiswa : 2113024057
Program Studi : Pendidikan Biologi
Jurusan : Pendidikan MIPA

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

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

Bandar Lampung, Juni 2025
Yang Menyatakan

The image shows a handwritten signature in black ink over a rectangular official stamp. The stamp is primarily blue and yellow, with the text 'METERAI TEMPEL' and a serial number '79AMX347095594' visible. The signature is fluid and cursive.

Nanda Hasian
NPM. 2113024057

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 17 Juli 2003 merupakan anak pertama dari dua bersaudara, putri dari Bapak Alpian dengan Ibu Trisnauli Pulungan. Penulis beralamat di Jl. Hi. Agus Salim, Kelurahan Kaliawi Persada, Kecamatan Tanjung Karang Pusat, Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung. Penulis mengawali pendidikan di TK Aisyiyah III (2008), SDN 2 Palapa (2009-2015), SMP Negeri 12 Bandar Lampung (2015-2018), SMA Negeri 3 Bandar Lampung (2018-2021). Pada tahun 2021, penulis diterima dan terdaftar sebagai mahasiswa program studi Pendidikan Biologi, Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan di Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Pada tahun 2024, penulis melaksanakan program Kuliah Kerja Nyata (KKN Kampus Merdeka Merdeka Belajar) dan Pengenalan Lingkungan Persekolahan (PLP) di Desa Sidoharjo, Kecamatan Way Panji, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung. Pada tahun 2024, penulis tergabung sebagai mahasiswa Kampus Mengajar Angkatan 8 di SMP YPPL. Pada tahun 2025 penulis melakukan penelitian untuk menyelesaikan tugas akhir yaitu skripsi di SMAN 3 Bandar Lampung.

MOTTO

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.”

(QS Al Baqarah:286)

“Tidak ada yang tidak mungkin di dunia ini, kecuali makan kepala sendiri.”

(Marchella FP)

“Arriving earlier than others might be nice, but going slower than others is not wrong. You are doing fine because you are walking on your own path.”

(Dokyeom)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'alamin

*Segala puji bagi Allah Subhanahuwata'ala, Dzat Yang Maha Sempurna.
Sholawat serta salam selalu tercurah kepada Uswatun Hasanah Rasulullah
Muhammad Shallallahu 'alaihi wassalam.*

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

Ayah (Alpian) dan Bunda (Trisnauli Pulungan)

yang telah berjuang sekuat tenaga untuk membesarkan, merawat, dan mendidik saya dengan penuh kasih sayang, selalu mendoakan dan mendukung saya, serta memberikan segala sesuatu yang terbaik demi masa depan saya.

Adik (Dinda Hasian)

yang telah membantu dan mendukung saya, menjadi tempat berbagi cerita dan keluh kesah.

Para Pendidik (Guru dan Dosenku)

yang selalu memberi bimbingan dan ilmu yang bermanfaat serta pengalaman baik dalam bangku pendidikan maupun dalam kehidupan sehari-hari. Terima kasih banyak atas jasa-jasamu.

Almamater tercinta, Universitas Lampung

SANWACANA

Puji syukur kehadirat Allah SWT. Tuhan YME atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “*Pengaruh Model PBL Berbantu e-LKPD Liveworksheets terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Kolaborasi Peserta Didik Pada Materi Perubahan Iklim Berorientasi SDGs*”. 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, 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 Ketua Program Studi Pendidikan Biologi sekaligus dosen pembahas yang telah bersedia memberikan masukan dan saran yang sangat berharga, sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik;
4. Ibu Dr. Dina Maulina, S.Pd., M.Si., selaku pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, motivasi, nasihat dan kemudahan dalam pembuatan skripsi.
5. Bapak Wisnu Juli Wiono, S.Pd., M.Pd., selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, motivasi, nasihat, dan saran sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik;

6. Seluruh Dosen dan staf Pendidikan Biologi atas motivasi dan ilmu yang telah diberikan;
7. Ibu Tri Winarsih, S.Pd., M.Pd., selaku kepala SMAN 3 Bandar Lampung, Ibu Elitha Aprilucilla, S.Pd., selaku guru pengampu mata pelajaran Biologi kelas X dan pembimbing selama menjalankan penelitian serta siswa-siswi kelas X.1 dan X.3 atas kerjasama dalam membantu penulis selama melakukan penelitian;
8. Keluarga yang telah memberikan semangat dan motivasi;
9. Diriku sendiri yang telah bertahan sejauh ini untuk menyelesaikan pendidikan S1. Terima kasih telah terus berjalan, meski tak selalu tahu arah;
10. Teman-teman BDL48-ku (Elcha, Flintia, Renny, Dinda dan Jeki) yang tak pernah lelah mendengar keluh kesah, selalu memberikan dukungan dan cerita yang berkesan sehingga perjalanan ini terasa lebih ringan;
11. Teman-teman MM-ku (Puto, Unyan dan Dela) yang selalu memberikan tawa, semangat dan dukungan. Bersama kalian, penulis belajar bahwa persahabatan tidak diukur dari seringnya bertemu, tetapi dari kesediaan untuk tetap tinggal,
12. Teman-teman Pendidikan Biologi 2021 terkhusus kelas A (Amigos) yang telah memberikan sejuta cerita yang berkesan setiap harinya sejak awal perkuliahan;
13. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan, namun telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

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, Juni 2025
Penulis

Nanda Hasian
NPM. 2113024057

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
1.5 Ruang Lingkup	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Model <i>Problem-Based Learning</i> (PBL)	8
2.2 Kemampuan Berpikir Kritis	10
2.3 Keterampilan Kolaborasi.....	11
2.4 Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD)	13
2.5 <i>Sustainable Developments Goals</i> (SDGs).....	14
2.6 Materi Perubahan Iklim.....	15
2.7 Kerangka Berpikir	16
2.8 Hipotesis Penelitian	18
III. METODE PENELITIAN	19
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	19
3.2 Populasi dan Sampel.....	19
3.3 Desain Penelitian	19

3.4	Prosedur Penelitian	20
3.5	Jenis Data dan Teknik Pengumpulan Data	21
3.6	Instrumen Penelitian	22
3.7	Teknik Analisis Data.....	24
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1	Hasil Penelitian.....	29
4.2	Pembahasan	33
V.	KESIMPULAN.....	39
5.1	Kesimpulan.....	39
5.2	Saran	39
	DAFTAR PUSTAKA	40
	LAMPIRAN.....	44

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Sintaks Model PBL	9
Tabel 2. Indikator Kemampuan Berpikir Kritis	10
Tabel 3. Indikator Keterampilan Kolaborasi.....	11
Tabel 4. Tujuan ke-13 SDGs.....	15
Tabel 5. Keluasan dan Kedalam Materi Perubahan Iklim	16
Tabel 6. Desain Pretest-Posttest Kelompok Nonequivalent	20
Tabel 7. Kisi-Kisi Soal Tes Kemampuan Berpikir Kritis	22
Tabel 8. Kisi-Kisi Instrumen Keterampilan Kolaborasi	23
Tabel 9. Interpretasi Skor N-Gain.....	25
Tabel 10. Kriteria Interpretasi Effect Size	27
Tabel 11. Kriteria Keterampilan Kolaborasi.....	27
Tabel 12. Kriteria Angket Respon Peserta Didik.....	28
Tabel 13. Hasil Uji Statistik Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik	29
Tabel 14. Hasil Uji Effect Size Kemampuan Berpikir Kritis.....	31
Tabel 15. Hasil Perhitungan Keterampilan Kolaborasi Peserta Didik.....	32
Tabel 16. Hasil Perhitungan Angket Tanggapan Peserta Didik.....	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Bagan Kerangka Berpikir.....	17
Gambar 2. Hubungan Antar Variabel Bebas dan Terikat	18
Gambar 3. Nilai rata-rata N-Gain indikator kemampuan berpikir kritis.....	30
Gambar 4. Jawaban pretest peserta didik kelompok eksperimen pada indikator memberikan penjelasan lebih lanjut	34
Gambar 5. Jawaban posttest peserta didik kelompok eksperimen pada indikator memberikan penjelasan lebih lanjut	34
Gambar 6. Jawaban posttest peserta didik pada indikator membangun keterampilan dasar	35

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1. Alur Tujuan Pembelajaran.....	45
Lampiran 2. Modul Ajar Perubahan Iklim Kelompok Eksperimen.....	47
Lampiran 3. Modul Ajar Perubahan Iklim Kelompok Kontrol.....	54
Lampiran 4. LKPD Pertemuan 1 Kelompok Eksperimen.....	61
Lampiran 5. LKPD Pertemuan 2 Kelompok Eksperimen.....	70
Lampiran 6. LKPD Pertemuan 1 Kelompok Kontrol	79
Lampiran 7. LKPD Pertemuan 2 Kelompok Kontrol	85
Lampiran 8. Kisi-Kisi Soal Pretest-Posttest Kemampuan Berpikir Kritis.....	91
Lampiran 9. Soal Pretest-Posttest Kemampuan Berpikir Kritis	93
Lampiran 10. Rubrik Penilaian Pretest-Posttest Kemampuan Berpikir Kritis.....	97
Lampiran 11. Kisi-Kisi Lembar Observasi Keterampilan Kolaborasi.....	102
Lampiran 12. Lembar Observasi Keterampilan Kolaborasi	104
Lampiran 13. Angket Tanggapan Peserta Didik	107
Lampiran 14. Hasil LKPD Kelompok Eksperimen Pertemuan 1	109
Lampiran 15. Hasil LKPD Kelompok Eksperimen Pertemuan 2	112
Lampiran 16. Hasil LKPD Kelompok Kontrol Pertemuan 1	115
Lampiran 17. Hasil LKPD Kelompok Kontrol Pertemuan 2.....	117
Lampiran 18. Hasil Lembar Observasi Keterampilan Kolaborasi Kelompok Eksperimen	119
Lampiran 19. Hasil Lembar Observasi Keterampilan Kolaborasi Kelompok Kontrol	120
Lampiran 20. Tabulasi Nilai Pretest Eksperimen	121
Lampiran 21. Tabulasi Nilai Posttest Eksperimen.....	122
Lampiran 22. Tabulasi Nilai Pretest Kelompok Kontrol	123

Lampiran 23. Tabulasi Nilai Posttest Kelompok Kontrol.....	124
Lampiran 24. Tabulasi Nilai Keterampilan Kolaborasi Kelompok Eksperimen	125
Lampiran 25. Tabulasi Nilai Keterampilan Kolaborasi Kelompok Kontrol.....	126
Lampiran 26. Tabulasi Rata-Rata Pretest-Posttest Indikator Berpikir Kritis.....	127
Lampiran 27. Hasil Uji Statistik Menggunakan SPSS dan Uji N-Gain Kemampuan Berpikir Kritis.....	128
Lampiran 28. Hasil Perhitungan Keterampilan Kolaborasi Kelompok Eksperimen	130
Lampiran 29. Hasil Perhitungan Keterampilan Kolaborasi Kelompok Kontrol.	131
Lampiran 30. Hasil Uji Effect Size Kemampuan Berpikir Kritis	132
Lampiran 31. Hasil Perhitungan Angket Tanggapan Peserta Didik	133
Lampiran 32. Lembar Validasi Soal Pretest-Posttest Validator 1.....	134
Lampiran 33. Lembar Validasi Soal Pretest-Posttest Validator 2.....	135
Lampiran 34. Surat Balasan Penelitian	136
Lampiran 35. Dokumentasi Pelaksanaan Penelitian	137

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Abad ke-21 menuntut peserta didik untuk memiliki keterampilan 4C yang terdiri atas keterampilan berpikir kritis (*critical thinking skill*), keterampilan kreativitas (*creativity skill*), keterampilan berkomunikasi (*communication skill*), dan keterampilan berkolaborasi (*collaboration skill*) (Greenstein, 2012). Gueldenzoph dan Synder (2008) dalam penelitiannya mengatakan bahwa berpikir kritis penting dimiliki peserta didik karena dengan berpikir kritis secara otomatis seseorang akan mampu menyelesaikan permasalahan yang sederhana maupun kompleks dalam kehidupan sehari-hari. Kemampuan ini sangat dibutuhkan baik di dunia kerja maupun masyarakat yang semakin kompleks dan berubah dengan cepat (Putri dkk., 2023).

Kemampuan berpikir kritis merupakan salah satu kemampuan berpikir tingkat tinggi. Menurut Greenstein (2012), kemampuan berpikir kritis merupakan kemampuan seseorang untuk melakukan analisis informasi, menggunakan strategi untuk membuat keputusan, mendapatkan ide, berinkuiri logis, membuat kesimpulan, menilai dengan akurat, dan menganalisis asumsi. Faktanya kemampuan berpikir kritis di Indonesia masih tergolong rendah. Hal ini dibuktikan dengan hasil tes PISA (*Programme International Student Assesment*) yang dilaksanakan oleh OECD (*Organization for Economic Corporation and Development*) pada tahun 2018 menunjukkan bahwa pada bidang sains negara Indonesia memiliki skor rata-rata sebesar 396 dengan skor rata-rata OECD yaitu sebesar 489 (Elvianasti dkk., 2022).

Keterampilan yang tak kalah penting dari berpikir kritis yaitu keterampilan kolaborasi. Peserta didik harus dapat bekerja sama dan berperan aktif dalam proses pemecahan masalah (Firman dkk., 2023). Kolaborasi merupakan proses belajar bersama untuk mengimbangi pengetahuan yang berbeda, mendengarkan, memberi saran, dan mendukung satu sama lain (Marisda & Handayani, 2020). Keterampilan ini menekankan adanya kerjasama saling kesepahaman, menghargai, tanggung jawab, dan penuh tenggang rasa. Keterampilan ini juga dibutuhkan dalam dunia kerja maupun masyarakat seperti halnya dalam menyampaikan suatu pendapat atau kritik, menghargai dan menghormati adanya perbedaan pendapat, memimpin dan mengikuti suatu kegiatan, serta dapat bekerjasama dengan orang lain (Apriono, 2013). Faktanya pembelajaran dengan menggunakan metode ceramah yang masih sering digunakan oleh pendidik tidak kolaboratif sehingga mengakibatkan peserta didik cenderung diam dan hanya fokus terhadap penjelasan guru. Penelitian terdahulu menyatakan bahwa hanya satu atau dua siswa yang bertanya atau menanggapi guru, dan mereka cenderung kurang berani untuk menyuarakan pendapat mereka karena malu dan takut membuat kesalahan. Hal ini menunjukkan bahwa kegiatan pembelajaran konvensional kurang efektif karena siswa cenderung pasif dan guru lebih banyak berkonsentrasi pada komunikasi selama proses pembelajaran (Firman dkk., 2023).

Menurut Azizi & Irwansyah (2020), hakikat sains dalam pembelajaran menitikberatkan pada peserta didik untuk berpartisipasi dalam proses pembelajaran dengan menggunakan keterampilan sains sehingga pembelajaran berpusat pada peserta didik (*learned centered*). Pembelajaran yang aktif dan bermakna bagi peserta didik akan meningkatkan ketertarikan untuk belajar dan menciptakan suasana yang menyenangkan. Pembelajaran yang berpusat pada guru (*teacher centered*) dengan menggunakan metode ceramah cenderung membuat siswa pasif dan mudah bosan sehingga lebih memungkinkan peserta didik tidak dapat mengikuti pelajaran dengan maksimal (Muhazaroh, 2023). Oleh sebab itu, perlu adanya perbaikan dalam proses pembelajaran. Salah satu upaya yang dapat dilakukan yaitu dengan menggunakan model PBL dalam

proses pembelajaran (Jalmo dkk., 2019). Karakteristik utama PBL dapat dilihat dari penyajian suatu masalah di awal proses pembelajaran. Masalah yang disajikan dapat melibatkan siswa secara langsung dan dapat merangsang rasa ingin tahu sehingga siswa aktif dalam proses pembelajaran (Wiono & Siregar, 2024). Menurut Arends (2012), PBL merupakan penyajian situasi masalah yang autentik kepada peserta didik yang dapat menjadi sumber penelitian. Peserta didik akan berkolaborasi dengan kelompok, mengumpulkan informasi, dan memecahkan masalah yang disajikan oleh pendidik. Pembelajaran dengan menggunakan model ini dapat membantu peserta didik dalam membangun pengetahuan mereka berdasarkan permasalahan yang diajukan (D. M. Putri & Fitri, 2022). Akan tetapi, model ini memiliki kelemahan yaitu diperlukan waktu yang lebih banyak karena peserta didik diharuskan memecahkan suatu masalah (Akinoğlu & Tandoğan, 2007). Selain itu, Magfiroh dkk. (2023) mengatakan bahwa model pembelajaran akan berlangsung dengan baik apabila dalam memfasilitasi pembelajaran pendidik didukung dengan alat yang menarik bagi peserta didik. Oleh sebab itu, dalam penggunaannya dapat berbantuan e-LKPD *Liveworksheets*.

Perkembangan teknologi tentunya berpengaruh pada seluruh aspek kehidupan termasuk aspek pendidikan. Penggunaan komputer, internet, dan handphone telah meningkat dengan pesat, mengubah masyarakat dari *offline* menjadi *online* (Rahayu dkk., 2022). Perkembangan ini telah memudahkan manusia untuk melakukan aktivitas sehari-harinya. Oleh sebab itu, tenaga pendidik di era 4.0 ini harus mengetahui dan memahami penggunaan teknologi digital serta menerapkannya dalam pembelajaran (Sadikin & Hakim, 2019). Pembelajaran berbasis PBL yang didukung media digital dapat memberikan kesempatan yang sama bagi seluruh peserta didik untuk mengembangkan kemampuannya secara optimal (Wiono & Rakhmawati, 2025). *Liveworksheets* merupakan salah satu platform berbentuk situs web yang dapat membantu guru untuk menggunakan E-LKPD yang tersedia ataupun membuat E-LKPD mereka sendiri secara *online*. Penggunaan LKPD elektronik ini dapat

membuat pembelajaran menjadi lebih menarik dan tidak membosankan bagi peserta didik. Selain itu, juga mendorong peserta didik untuk menjadi aktif dalam pembelajaran (Prastika & Masniladevi, 2021). Menurut Lathifah dkk. (2021), penggunaan E-LKPD akan membuat pembelajaran menjadi lebih efektif dan efisien. Kegiatan proses pembelajaran menggunakan LKPD elektronik juga merupakan salah satu upaya untuk menyesuaikan dengan perkembangan abad ke-21 yang berbasis pada teknologi.

Hasil observasi awal yang dilaksanakan di SMAN 3 Bandar Lampung terbukti bahwa kemampuan berpikir kritis peserta didik masih rendah. Hal ini dibuktikan dengan hasil tes yang menunjukkan bahwa hanya 3 peserta didik yang mendapatkan skor di atas KKM 75 dengan presentase 10,7% dan 25 peserta didik mendapat skor di bawah 75 dengan presentase 89,3%. Selain itu, dalam pembelajaran biologi guru masih menggunakan model *discovery learning*. Menurut Josephine dkk. (2016) model ini merupakan model pembelajaran yang bertujuan agar peserta didik dapat menemukan konsep dari setiap mata pelajaran yang akan diberikan tidak sampai pada penyelesaian masalah sehingga model ini belum mencakup seluruh indikator kemampuan berpikir kritis. Selain itu, model *discovery learning* juga belum dapat mencapai capaian pembelajaran fase E di mana peserta didik dituntut untuk dapat berperan aktif dalam memberikan penyelesaian masalah pada isu-isu lokal dan global pada materi perubahan iklim yang diarahkan pada pencapaian tujuan pembangunan yang berkelanjutan. Seharusnya peserta didik disajikan suatu permasalahan nyata terkait isu lokal dan global kemudian peserta didik menciptakan suatu penyelesaian masalah yang mengarah pada pencapaian tujuan pembangunan yang berkelanjutan.

Pembangunan berkelanjutan sangat penting bagi kehidupan saat ini dan masa depan. *Sustainable Development Goals* (SDGs) memiliki tujuan untuk memenuhi kebutuhan saat ini tanpa harus merugikan kemampuan generasi mendatang dengan mempertimbangkan keterbatasan sumber daya di bumi. Di bidang pendidikan, SDGs sesuai dengan pilar pembangunan lingkungan

karena penggunaan teknologi dan konservasi sumber daya alam sesuai (Pramesti & Nugraheni, 2024). Masalah lingkungan hidup merupakan isu penting yang diangkat dalam upaya SDGs oleh pemerintah Indonesia. Permasalahan lingkungan yang dekat dengan kehidupan siswa dapat dikemas secara sistematis dengan menggunakan model pembelajaran berbasis masalah untuk mengembangkan kemampuan siswa dalam mengembangkan solusi terbaik (Wiono et al., 2024). Materi perubahan iklim merupakan salah satu materi yang dapat diintegrasikan dengan salah satu tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs) pada pilar pembangunan yaitu tujuan ke-13. Untuk itu perubahan iklim menjadi salah satu isu terpenting dalam tujuan SDGs melalui pilar pembangunan lingkungan untuk penanganan perubahan iklim. Berdasarkan masalah-masalah yang ditimbulkan akibat perubahan iklim, penting bagi peserta didik untuk memahami penyebab dan dampak berkelanjutannya sehingga dapat memecahkan masalah dan menemukan solusi yang tepat (Arwan dkk., 2022).

Berdasarkan uraian tersebut, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Model PBL Berbantu E-LKPD *Liveworksheets* Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Keterampilan Kolaborasi Peserta Didik Pada Materi Perubahan Iklim Berorientasi SDGs”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang masalah di atas maka rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana pengaruh penggunaan model PBL berbantu e-LKPD *Liveworksheets* terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi perubahan iklim berorientasi SDGs?
2. Bagaimana pengaruh penggunaan model PBL berbantu e-LKPD *Liveworksheets* terhadap keterampilan kolaborasi peserta didik pada materi perubahan iklim berorientasi SDGs?

3. Bagaimana tanggapan peserta didik terhadap penggunaan model PBL berbantu e-LKPD *Liveworksheets* pada materi perubahan iklim berorientasi SDGs?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tentang:

1. Pengaruh penggunaan model PBL berbantu e-LKPD *Liveworksheets* terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi perubahan iklim berorientasi SDGs
2. Pengaruh penggunaan model PBL berbantu e-LKPD *Liveworksheets* terhadap keterampilan kolaborasi peserta didik pada materi perubahan iklim berorientasi SDGs
3. Tanggapan peserta didik terhadap penggunaan model PBL berbantu e-LKPD *Liveworksheets* pada materi perubahan iklim berorientasi SDGs.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Bagi peneliti
Menambah pengetahuan dan pengalaman, serta pengembangan diri terutama dalam merancang, mengembangkan dan menggunakan model PBL berbantu e-LKPD *Liveworksheets* dalam proses pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan motivasi belajar peserta didik.
2. Bagi Sekolah
Menjadi alternatif dalam upaya meningkatkan mutu sekolah melalui peningkatan kemampuan berpikir kritis dan motivasi belajar peserta didik melalui penggunaan model PBL berbantu e-LKPD *Liveworksheets*.
3. Bagi pendidik
Memberikan wawasan mengenai penerapan model PBL berbantu e-LKPD *Liveworksheets* dalam proses pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan motivasi belajar peserta didik.
4. Bagi peserta didik

Membantu peserta didik dalam menguasai materi perubahan lingkungan dan dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis serta motivasi belajar peserta didik.

1.5 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penggunaan model *Problem-Based Learning* (PBL) yang memiliki sintaks (1) mengorientasikan siswa pada permasalahan, (2) mengorganisasi siswa dalam kegiatan belajar, (3) membimbing penyelidikan, (4) mengembangkan dan menyajikan data yang didapat, (5) menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah (Arends, 2012).
2. Liveworksheets merupakan salah satu platform berbentuk situs web yang dapat membantu guru untuk menggunakan E-LKPD yang tersedia ataupun membuat E-LKPD mereka sendiri secara *online*.
3. Kemampuan berpikir kritis yang memiliki beberapa indikator yaitu: (1) memberikan penjelasan sederhana (*elementary clarification*); (2) membangun keterampilan dasar (*basic support*); (3) penarikan kesimpulan (*inference*); (4) memberikan penjelasan lebih lanjut (*advanced clarification*); (5) mengatur strategi dan taktik (*strategies and tactics*) (Ennis, 1985).
4. Keterampilan kolaborasi yang memiliki beberapa indikator yaitu: (1) kerjasama; (2) tanggung jawab; (3) kompromi; (4) komunikasi; (5) fleksibilitas (Trilling & Fadel, 2009).
5. Materi pokok pada penelitian ini adalah materi perubahan iklim berorientasi SDGs pada fase E dengan capaian pembelajaran yaitu pada akhir Fase E, peserta didik memiliki kemampuan untuk memahami sistem pengukuran, energi alternatif, ekosistem, bioteknologi, keanekaragaman hayati, struktur atom, reaksi kimia, hukum-hukum dasar kimia, dan **perubahan iklim** sehingga responsif dan dapat berperan aktif dalam menyelesaikan masalah pada isu-isu lokal dan global.
6. Subyek penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas X di SMAN 3 Bandar Lampung tahun ajaran 2024/2025.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Model *Problem-Based Learning* (PBL)

Menurut Arends (2012), PBL merupakan penyajian situasi masalah yang autentik kepada peserta didik yang dapat menjadi sumber penelitian. Model ini bertujuan untuk membantu siswa mengembangkan keterampilan pemikiran, pemecahan masalah, dan intelektual, memperoleh pemahaman tentang peran orang dewasa melalui situasi nyata atau simulasi, dan menjadi pembelajar yang mandiri. *Problem-Based Learning* (PBL) merupakan model pembelajaran yang menitikberatkan pada peserta didik (*student centered*) di mana peserta didik diberi kesempatan untuk bernalar melalui pembelajaran dan berkolaborasi sehingga memungkinkan peserta didik untuk belajar bagaimana menggunakan dan menerapkan hubungan sebab akibat dalam situasi tertentu (Dwi Apriyani & Alberida, 2023).

Menurut Arends (2012), terdapat 5 fase dalam melaksanakan PBL yaitu: (1) mengorientasi peserta didik pada masalah; (2) mengorganisasi peserta didik untuk meneliti; (3) membantu investigasi mandiri dan berkelompok; (4) mengembangkan dan menyajikan hasil karya; (5) menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah. Model ini menggunakan permasalahan nyata di lingkungan sebagai dasar untuk memperoleh pengetahuan dan konsep melalui kemampuan berpikir kritis dan memecahkan masalah. Peserta didik menyusun pengetahuan mereka berdasarkan pengetahuan mereka sebelumnya dan dari kegiatan interaksi sesama individu (Fakhriyah, 2014). Akibatnya peserta didik akan lebih aktif dalam proses pembelajaran dan akan meningkatkan hasil belajar. Meningkatnya hasil belajar ini menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis peserta didik juga

meningkat. Dalam penerapan model ini guru berperan sebagai pendamping, motivator, dan fasilitator bagi peserta didik (Nabilah & Syamsurizal, 2024).

Tabel 1. Sintaks Model PBL

Tahap	Kegiatan Pendidik
Tahap 1: mengorientasi siswa kepada masalah	Guru membahas tujuan pembelajaran, menjelaskan kebutuhan logistik yang penting dan memotivasi siswa untuk terlibat dalam kegiatan pemecahan masalah
Tahap 2: mengorganisasi peserta didik untuk meneliti	Guru membantu siswa mendefinisikan dan menyusun tugas-tugas belajar yang berkaitan dengan permasalahan
Tahap 3: membantu investigasi mandiri dan berkelompok	Guru mendorong siswa untuk mengumpulkan informasi yang tepat, melakukan eksperimen, serta mencari penjelasan dan solusi.
Tahap 4: mengembangkan dan menyajikan hasil karya	Guru membantu siswa dalam merencanakan dan mempersiapkan artefak yang sesuai seperti laporan, video, dan model, serta membantu mereka membagikan pekerjaan mereka dengan orang lain.
Tahap 5: menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	Guru membantu siswa untuk merefleksikan penyelidikan mereka dan proses yang mereka gunakan

Sumber: (Arends, 2012)

Setiap model pembelajaran tentunya memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Menurut Akinoğlu & Tandoğan (2007), kelebihan dari PBL yaitu pembelajaran berpusat pada peserta didik, mampu mengembangkan kemampuan beripikir kritis, mengembangkan kemampuan pemecahan masalah, meningkatkan keterampilan kolaborasi dan komunikasi, memungkinkan penggabungan teori dan praktek, memotivasi pendidik dan peserta didik, serta meningkatkan keterampilan siswa dalam manajemen waktu, fokus, pengumpulan data, laporan, dan evaluasi. Sedangkan kekurangan dari PBL yaitu adanya kemungkinan pendidik merasa kesulitan dalam mengubah gaya mengajarnya, membutuhkan lebih banyak waktu bagi peserta didik untuk memecahkan suatu masalah terlebih ketika situasi disajikan untuk pertama kalinya di kelas, terdapat kelompok atau individu

yang menyelesaikan pekerjaannya lebih awal atau lebih lambat, serta model ini membutuhkan banyak materi dan penelitian.

2.2 Kemampuan Berpikir Kritis

Menurut Greenstein (2012), berpikir kritis merupakan kemampuan seseorang untuk melakukan analisis informasi, menggunakan strategi untuk membuat keputusan, mendapatkan ide, berinkuiri logis, membuat kesimpulan, menilai dengan akurat, dan menganalisis asumsi. Menurut Rachmawati & Rosy (2021), berpikir kritis merupakan aktivitas mental untuk menyelidiki dan memikirkan suatu permasalahan dengan menggunakan logika dan nalar serta mengumpulkan informasi untuk memecahkan permasalahan yang ada. Menurut Putri & Fitri (2022), berpikir kritis merupakan suatu kemampuan berpikir secara logis, rasional, dan sistematis dalam melihat permasalahan secara objektif serta membuat keputusan atau menyelesaikan suatu permasalahan yang ada. Berdasarkan pengertian tersebut maka dapat diketahui bahwa berpikir kritis merupakan kemampuan seseorang dalam memecahkan suatu masalah secara logis.

Pembelajaran biologi merupakan bagian dari sains yang mencakup hukum dan prinsip hasil proses ilmiah yang memerlukan pemikiran kritis untuk memecahkan masalah (Agnafia, 2019). Menurut Ennis (1985), indikator berpikir kritis diklasifikasikan menjadi 5 aspek, yaitu: (1) memberikan penjelasan sederhana (*elementary clarification*); (2) membangun keterampilan dasar (*basic support*); (3) penarikan kesimpulan (*inference*); (4) memberikan penjelasan lebih lanjut (*advanced clarification*); (5) mengatur strategi dan taktik (*strategies and tactics*).

Tabel 2. Indikator Kemampuan Berpikir Kritis

Aspek	Sub indikator
Memberikan Penjelasan Sederhana	- Memfokuskan pertanyaan - Menganalisis argumen - Bertanya dan menjawab pertanyaan yang membutuhkan penjelasan atau tantangan

Membangun Keterampilan Dasar	- Menilai kredibilitas sumber informasi - Melakukan observasi - Menilai laporan hasil observasi
Penarikan Kesimpulan	- Menyusun dan mempertimbangkan deduksi - Menyusun dan mempertimbangkan induksi - Menyusun keputusan dan mempertimbangkan hasilnya
Memberikan Penjelasan Lebih Lanjut	- Mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan definisi - Mengidentifikasi asumsi
Mengatur Strategi dan Taktik	- Menentukan suatu tindakan - Berinteraksi dengan orang lain

Sumber: (Ennis, 2011)

2.3 Keterampilan Kolaborasi

Kolaborasi merupakan salah satu keterampilan abad 21 yang harus dimiliki oleh peserta didik. Keterampilan kolaborasi bukan hanya sekedar bekerja sama dengan orang lain. Menurut Greenstein (2012), kolaborasi merupakan keterampilan seseorang dalam merencanakan dan bekerja sama, mempertimbangkan berbagai pendapat, dan berpartisipasi dalam diskusi dengan mendengarkan, mendukung, dan berkontribusi. Peserta didik harus mampu untuk menunjukkan kemampuan untuk bekerja secara efektif dan penuh rasa hormat, memiliki fleksibilitas dan keinginan untuk membantu membuat kompromi dalam mencapai tujuan bersama, serta memiliki tanggung jawab atas kerja kolaboratif dan menghargai kontribusi pribadi tiap anggota tim (Trilling & Fadel, 2009). Peserta didik perlu diberikan wawasan kerja kolaborasi, sehingga akan terpupuk jiwa-jiwa yang saling menghormati, menghargai, tenggang rasa, tanggung jawab, jujur dan terbuka (Apriono, 2013).

Tabel 3. Indikator Keterampilan Kolaborasi

No	Indikator	Sub Indikator Keterampilan Kolaborasi
1	Berkontribusi secara aktif	- Selalu mengungkapkan ide, saran, atau solusi dalam diskusi. - Ide, saran atau solusi yang diutarakan berguna dalam diskusi.

2	Bekerja secara produktif	- Menggunakan waktu secara efisien dengan tetap fokus pada tugasnya tanpa diperintah dan menghasilkan kerja yang dibutuhkan.
3	Bertanggung jawab	- Mengetahui bagaimana untuk merencanakan, mengatur, memenuhi tugas yang telah diberikan oleh pendidik dan memegang tugasnya masing-masing. - Secara konsisten menghadiri pertemuan kelompok dengan tepat waktu. - Mengikuti perintah yang telah menjadi tugasnya. - Tidak bergantung pada orang lain untuk menyelesaikan tugasnya.
4	Menunjukkan fleksibilitas	- Menerima keputusan bersama. - Menerima penghargaan, kompetensi kritik, dan saran. - Memahami, merundingkan, memperhitungkan perbedaan untuk mencapai pemecahan masalah, terkhusus pada lingkungan multikultural. - Fleksibel dalam bekerja sama. - Selalu berkompromi dengan tim untuk menyelesaikan masalah.
5	Menghargai orang lain	- Menanggapi dengan pikiran terbuka terhadap perbedaan pendapat dan menghargai ide baru orang lain. - Menunjukkan sikap yang sopan dan baik pada teman. - Mendiskusikan ide.

Sumber: (Greenstein, 2012)

Pada pembelajaran biologi keterampilan kolaborasi sangat diperlukan. Oleh sebab itu, diperlukan adanya pembelajaran yang memberdayakan keterampilan kolaborasi siswa kolaborasi siswa, yaitu dari belajar menghafal konsep menjadi belajar mengkonstruksi konsep, dari belajar berbasis instruksi guru menjadi pembelajaran yang menuntut siswa mengatur dirinya sendiri dalam merencanakan, memantau, dan mengevaluasi proses belajarnya, sehingga mereka mampu menjadi pelajar mandiri dan terampil dalam berkolaborasi (Sari & Hafandi, 2022).

2.4 Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD)

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) merupakan panduan yang dibuat untuk membantu peserta didik belajar yang terdiri dari lembaran-lembaran cetak berisikan materi, ringkasan, dan instruksi kerja yang akan dikerjakan oleh peserta didik sehingga dapat menambah kemampuan peserta didik dalam aspek kognitif (Rahmawati & Wulandari, 2020). LKPD sangat diperlukan untuk mengetahui keberhasilan peserta didik dalam memahami dan menguasai materi yang telah diberikan oleh pendidik (Nurafrani & Mulyawati, 2023). Menurut Prastowo (dalam Asmaranti dkk., 2017) fungsi LKPD yaitu: 1) sebagai bahan ajar yang meminimalkan peran guru tetapi mengaktifkan peserta didik dalam pembelajaran; 2) sebagai bahan ajar yang memudahkan peserta didik dalam memahami materi; 3) sebagai bahan ajar yang sederhana dan kaya akan tugas latihan; 4) memudahkan proses pembelajaran.

Menurut pemaparan di atas, peneliti menyimpulkan bahwa LKPD merupakan suatu bentuk bahan ajar yang digunakan oleh pendidik untuk mempermudah dan membantu mereka dalam memfasilitasi peserta didik saat proses pembelajaran. LKPD terdiri atas lembar-lembar yang berisi materi, ringkasan, dan petunjuk pengerjaan untuk langkah-langkah kerja yang harus dilakukan oleh peserta didik sehingga peserta didik dapat memahami konsep dan menguasai materi sesuai dengan kompetensi dan indikator yang relevan.

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah merambah ke seluruh lini kehidupan manusia, termasuk di bidang pendidikan. Munculnya berbagai platform pembelajaran sangat membantu guru dalam merancang dan menyelenggarakan pembelajaran (Wiono et al., 2024). Pemanfaatan teknologi sangat diperlukan dalam penyediaan sumber belajar yang tepat dan menarik bagi peserta didik. Seiring dengan perkembangan teknologi, LKPD yang semulanya dicetak sekarang sudah berbentuk digital agar dapat diakses oleh peserta didik dengan mudah di mana saja dan kapan saja (Nurafrani & Mulyawati, 2023). LKPD elektronik (e-LKPD) merupakan LKPD berbentuk digital yang dapat diakses secara *online* yang dapat menghemat waktu dan

penggunaan kertas karena tidak memerlukan pencetakan. Penggunaan LKPD elektronik ini juga dapat mengubah suasana pembelajaran menjadi lebih menyenangkan bagi peserta didik karena pada e-LKPD terdapat audio dan video sehingga peserta didik tidak bosan dan terlibat aktif dalam mengikuti pembelajaran (Annida dkk., 2022). LKPD elektronik ini tentunya memiliki kelebihan dan kekurangan. Menurut (Nufus & Sakti, 2021), kelebihan dari e-LKPD yaitu mempersempit ruang dan waktu sehingga mudah digunakan di mana saja, terdapat berbagai fitur yang menarik bagi peserta didik seperti audio dan video. Sedangkan kekurangannya yaitu perlu mengakses jaringan internet dalam penggunaannya.

Salah satu *website* yang dapat digunakan dalam membuat e-LKPD adalah *Liveworksheets*. *Website* ini memiliki berbagai fitur yang menarik seperti menambahkan gambar, animasi, dan suara. Pendidik dapat merancang e-LKPD melalui *website* ini sesuai dengan tujuan pembelajaran yang hendak dicapai dan kreativitas masing-masing. Dengan begitu peserta didik bisa mendapatkan pengalaman belajar yang menyenangkan dan tidak membosankan. *Liveworksheets* ini dapat diakses secara *online* melalui laptop, handphone, maupun computer (Sholehah dkk., 2021).

2.5 Sustainable Developments Goals (SDGs)

Pembangunan berkelanjutan memerlukan internalisasi dampak setiap tindakan sosial dan ekonomi terhadap lingkungan hidup. Dengan kata lain, setiap kegiatan sosial dan ekonomi harus menghindari, mencegah, atau mempertimbangkan dampaknya terhadap kondisi lingkungan hidup agar lingkungan hidup tetap dapat berfungsi dengan baik untuk menopang kehidupan di masa sekarang dan di masa mendatang (Alisjahbana & Murniningtyas, 2018). *Sustainable Development Goals* (SDGs) merupakan program pembangunan berkelanjutan yang terdiri dari 17 indikator tujuan dan melibatkan 193 negara anggota PBB dalam rangka mencapai kesejahteraan manusia. SDGs dimaksudkan untuk mengoptimalkan semua potensi dan sumber daya yang dimiliki oleh setiap negara demi kesejahteraan manusia.

Tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs) bertujuan untuk memenuhi kebutuhan saat ini tanpa mengganggu kemampuan generasi mendatang (Pramesti & Nugraheni, 2024). Urgensi SDGs di bidang pendidikan sendiri yaitu menjamin kualitas pendidikan yang sama rata dan peningkatan kesempatan belajar bagi semua orang sehingga tercipta pendidikan yang berkualitas (Wahyuningsih, 2017).

Dalam memudahkan pelaksanaan dan pemantauan strategi SDGs, setiap indikator tujuan dan target dikelompokkan menjadi empat pilar pembangunan yaitu: (1) pilar pembangunan sosial (1, 2, 3, 4, dan 5); (2) pilar pembangunan ekonomi (7, 8, 9, 10, 17); (3) pilar pembangunan lingkungan (6, 11, 12, 13, 14, dan 15); dan (4) pilar pembangunan hukum dan tata kelola (16) (Arwan dkk., 2022). Materi perubahan iklim relevan dengan salah satu tujuan SDGs pada pilar pembangunan yaitu tujuan ke-13 mengambil tindakan segera untuk memerangi perubahan iklim dan dampaknya.

Tabel 4. Tujuan ke-13 SDGs

Tujuan Ke-13	Target
Mengambil tindakan cepat untuk mengatasi perubahan iklim dan dampaknya	13.3 Meningkatkan pendidikan, penumbuhan kesadaran, serta kapasitas manusia dan kelembagaan terkait mitigasi, adaptasi, pengurangan dampak dan peringatan dini perubahan iklim.

2.6 Materi Perubahan Iklim

Pada akhir Fase E, peserta didik memiliki kemampuan untuk memahami sistem pengukuran, energi alternatif, ekosistem, bioteknologi, keanekaragaman hayati, struktur atom, reaksi kimia, hukum-hukum dasar kimia, dan perubahan iklim sehingga responsif dan dapat berperan aktif dalam menyelesaikan masalah pada isu-isu lokal dan global. Semua upaya tersebut diarahkan pada pencapaian tujuan pembangunan yang berkelanjutan (*Sustainable Development Goals/SDGs*).

Tabel 5. Keluasan dan Kedalaman Materi Perubahan Iklim

Pemahaman Biologi		
Peserta didik menerapkan pemahaman IPA untuk mengatasi permasalahan berkaitan dengan perubahan iklim.		
Keterampilan Proses		
Mengamati, mempertanyakan dan memprediksi, merencanakan dan melakukan penyelidikan, memproses, menganalisis data dan informasi, mengevaluasi dan refleksi, mengomunikasikan hasil.		
Keluasan	Kedalaman	Target Tujuan Ke-13
Data Perubahan iklim	- Contoh peristiwa perubahan iklim 1. Kondisi cuaca yang tidak menentu 2. Mencairnya es di Greenland 3. Curah hujan ekstrem 4. Peningkatan emisi gas CO₂	Penumbuhan kesadaran
Penyebab perubahan iklim	- Faktor Alam - Faktor Manusia	Penumbuhan kesadaran
Dampak Perubahan Iklim	- Dampak bagi manusia - Dampak bagi hewan - Dampak bagi tumbuhan	Pengurangan dampak
Solusi perubahan iklim	- Tindakan penanggulangan - Tindakan mitigasi - Tindakan adaptasi	- Mitigasi - Adaptasi - Peringatan dini

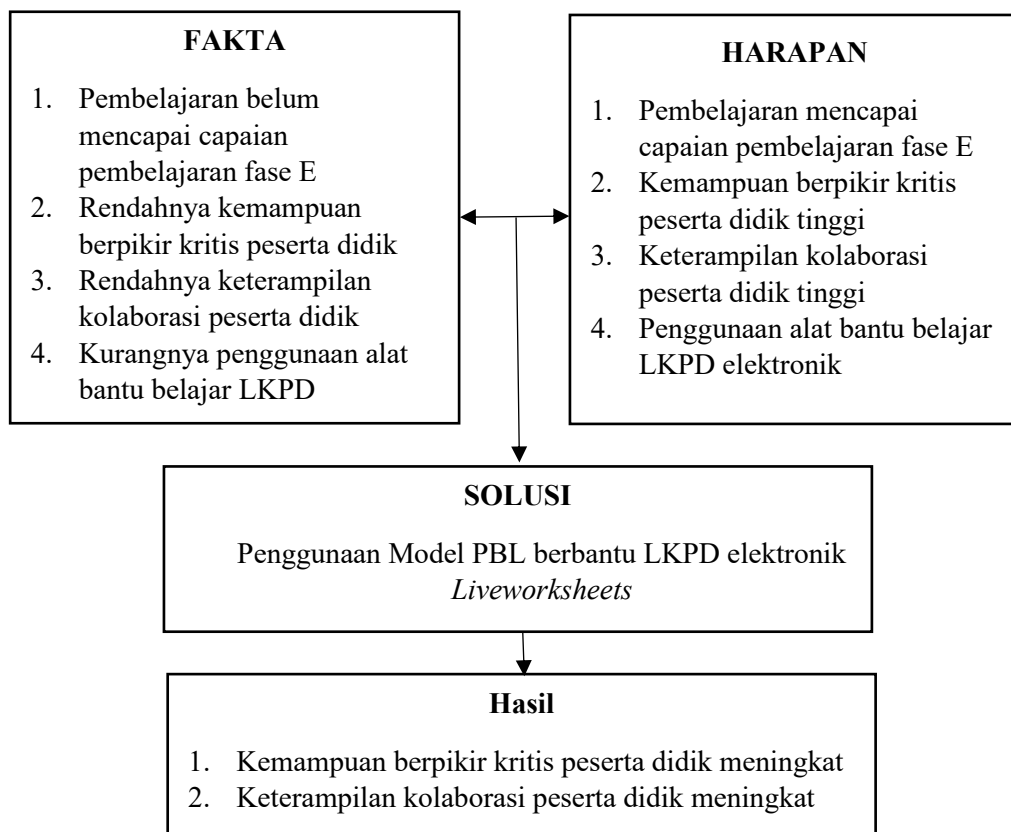
2.7 Kerangka Berpikir

Hasil tes PISA menyatakan bahwa kemampuan berpikir kritis peserta didik di Indonesia masih tergolong rendah. Padahal kemampuan ini sangat penting dimiliki oleh peserta didik di abad ke-21 ini. Dalam proses pemecahan masalah peserta didik harus dapat bekerja sama dan berperan aktif.

Keterampilan kolaborasi membuat peserta didik dapat mengimbangi pengetahuan yang berbeda, mendengarkan, memberi saran, dan mendukung satu sama lain. Akan tetapi, masih banyak peserta didik yang kurang aktif dalam kelompok dan hanya mengandalkan teman lainnya saja. PBL pada materi perubahan iklim berorientasi SDGs memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk melakukan pengamatan dan mencari informasi tentang berbagai fenomena atau situasi tertentu di lingkungan sekitarnya, serta untuk memecahkan masalah, sehingga menciptakan proses pembelajaran yang

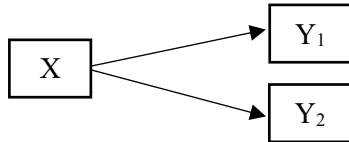
bermakna. Peserta didik diarahkan untuk menemukan permasalahan yang ada pada video mengenai permasalahan perubahan iklim. Dalam hal ini peserta didik harus saling bekerja sama dalam mencari informasi tersebut agar lebih efisien. Oleh karena itu, selama proses penyelidikan, kemampuan berpikir kritis dan keterampilan kolaborasi akan dikembangkan.

Peserta didik akan saling memberikan pendapat, ide, atau saran serta mengembangkan ide mereka. Mereka akan membuat keputusan untuk menyelesaikan masalah, belajar menghargai keputusan yang dibuat oleh orang lain, menerima kritik dan saran, dan mempertimbangkan perbedaan untuk memecahkan masalah. Mereka juga akan menunjukkan keterampilan berpikir kritis dalam menginferensi dan memberikan penjelasan yang lebih rinci. Selanjutnya, peserta didik akan mempresentasikan hasil yang mereka dapatkan di depan kelas secara berkelompok sehingga akan terjadi interaksi antar peserta didik serta akan mengembangkan keterampilan taktik dan strategi peserta didik.



Gambar 1. Bagan Kerangka Berpikir

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas diberi perlakuan dengan penggunaan model PBL berbantu LKPD elektronik, sedangkan variabel terikat adalah kemampuan berpikir kritis dan keterampilan kolaborasi peserta didik. Hubungan antar kedua variabel tersebut dapat dilihat pada diagram di bawah ini:



Gambar 2. Hubungan Antar Variabel Bebas dan Terikat

Keterangan:

X = Variabel bebas (model PBL berbantu LKPD elektronik)

Y₁ = Variabel terikat kemampuan berpikir kritis

Y₂ = Variabel terikat keterampilan kolaborasi

2.8 Hipotesis Penelitian

Adapun hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah:

1. H₀: Tidak terdapat pengaruh yang signifikan pada penggunaan model PBL berbantu e-LKPD *Liveworksheets* terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi perubahan iklim berorientasi SDGs fase E
 H₁: Terdapat pengaruh yang signifikan penggunaan model PBL berbantu e-LKPD *Liveworksheets* terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi perubahan iklim berorientasi SDGs fase E
2. Terdapat pengaruh yang signifikan penggunaan model PBL berbantu e-LKPD *Liveworksheets* terhadap keterampilan kolaborasi peserta didik pada materi perubahan iklim berorientasi SDGs fase E

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan pada semester genap 2024/2025 di SMA Negeri 3 Bandar Lampung.

3.2 Populasi dan Sampel

Populasi penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas X SMA Negeri 3 Bandar Lampung yang tersebar ke dalam 7 kelas. Kemudian, dari populasi tersebut diambil dua kelas untuk dijadikan sampel penelitian. Satu kelas dijadikan sebagai kelompok eksperimen dan satu kelas lainnya dijadikan kelompok kontrol. Sampel dicuplik dari populasi yaitu dengan menggunakan teknik *Cluster Random sampling*. Pada penelitian ini, kelas yang ditetapkan sebagai sampel adalah kelas X1 berjumlah 33 siswa sebagai kelompok kontrol dan kelas X3 berjumlah 32 siswa sebagai kelompok eksperimen.

3.3 Desain Penelitian

Jenis penelitian ini adalah eksperimental semu dengan desain penelitian *Pretest-Posttest Nonequivalent Control Group Design*. Desain ini merupakan jenis desain yang dipakai pada eksperimen yang menggunakan kelas-kelas yang sudah ada sebagai kelompoknya. Peneliti akan memberikan pretest kepada kedua kelompok subjek. Kemudian peneliti memberikan perlakuan eksperimental kepada kelompok eksperimen dan model konvensional pada kelompok kontrol. Setelah perlakuan diberikan, kedua kelompok subjek diberi

posttest dengan menggunakan tes yang sama sebagaimana yang digunakan pada *pretest*. Selanjutnya peneliti membandingkan perubahan atau perbedaan antara skor *pretest* dan *posttest* antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol.

Tabel 6. Desain *Pretest-Posttest* Kelompok Nonequivalent

Kelompok	<i>Pretest</i>	Variabel Bebas	<i>Posttest</i>
E	Y1	X1	Y2
K	Y1	X2	Y2

Sumber: (Sugiyono, 2013)

Keterangan:

E = Kelompok eksperimen

K = Kelompok kontrol

X1 = Pembelajaran dengan model PBL

X2 = Pembelajaran dengan model *discovery learning*

Y1 = Pemberian *Pretest*

Y2 = Pemberian *Posttest*

3.4 Prosedur Penelitian

Penelitian ini melalui tiga tahapan, yaitu tahap pra penelitian, tahap pelaksanaan penelitian, dan tahap akhir penelitian. Adapun Langkah-langkah dari tahap tersebut yaitu sebagai berikut:

1. Pra Penelitian
 - a. Melakukan observasi untuk mengetahui permasalahan yang ada di sekolah.
 - b. Menentukan sampel yang digunakan sebagai kelompok eksperimen dan kontrol.
 - c. Menyusun perangkat pembelajaran yang terdiri dari modul ajar, e-LKPD, soal *pretest-posttest* kemampuan berpikir kritis, dan rubrik penilaian.
 - d. Mempersiapkan lembar observasi keterampilan kolaborasi dan melakukan pengamatan terhadap keterampilan kolaborasi peserta didik sebelum penelitian dilaksanakan.
2. Pelaksanaan
 - a. Memberikan *pretest* kepada peserta didik untuk mengukur keterampilan berpikir kritis kepada kedua kelompok subjek.

- b. Memberikan perlakuan pada kelompok eksperimen dengan menerapkan model PBL berbantu e-LKPD pada materi perubahan iklim berorientasi SDGs, sedangkan pada kelompok kontrol pembelajaran dilaksanakan menggunakan pembelajaran konvensional.
 - c. Melakukan pengamatan terhadap keterampilan kolaborasi peserta didik selama proses pembelajaran menggunakan lembar observasi yang dilakukan oleh *observer*.
 - d. Memberikan *posttest* kepada peserta didik untuk mengukur keterampilan berpikir kritis kepada kedua kelompok subjek.
3. Akhir
- a. Mengolah data hasil *pretest* dan *posttest* keterampilan berpikir kritis dan menganalisis hasil lembar observasi keterampilan kolaborasi.
 - b. Membandingkan hasil analisis data sebelum perlakuan dan setelah perlakuan.
 - c. Memberikan kesimpulan berdasarkan hasil dan pembahasan data yang telah diperoleh.

3.5 Jenis Data dan Teknik Pengumpulan Data

1. Jenis Data

Jenis data dalam penelitian ini yaitu data kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif berupa skor hasil *pretest* dan *posttest* kemampuan berpikir kritis pada peserta didik di kelas eksperimen dan kontrol. Sedangkan data kualitatif adalah angket keterampilan kolaborasi peserta didik di kelas eksperimen dan kontrol.

2. Teknik Pengumpulan Data

Teknik yang digunakan untuk mengumpulkan data dalam penelitian ini adalah tes dan lembar observasi keterampilan kolaborasi.

a. Tes

Tes yang digunakan dalam penelitian ini berupa soal uraian. Nilai *pretest* diambil pada pertemuan pertama baik untuk kelompok

eksperimen maupun kelompok kontrol, begitu juga dengan nilai *posttest* diambil di akhir pembelajaran pada pertemuan kedua

b. Lembar observasi keterampilan kolaborasi

Lembar observasi digunakan untuk mendeskripsikan dan menganalisis kemampuan berkolaborasi peserta didik berdasarkan kegiatan diskusi yang dilaksanakan selama proses pembelajaran.

c. Angket respon peserta didik

Angket respon peserta didik digunakan untuk mengetahui tanggapan peserta didik mengenai penggunaan model PBL berbantu LKPD elektronik *Liveworksheets* pada materi perubahan iklim berorientasi SDGs yang didapatkan dengan angket skala guttman.

3.6 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian adalah alat-alat yang digunakan untuk memperoleh data dalam penelitian. Dengan menggunakan alat tersebut data dalam penelitian dapat dikumpulkan. Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Tes Kemampuan Berpikir Kritis

Pertanyaan pada soal tes pengetahuan mengenai perubahan iklim yang dibuat berdasarkan capaian pembelajaran pada Fase E. Lembar soal tes dikembangkan berdasarkan indikator kemampuan berpikir kritis menurut Ennis (2011).

Tabel 7. Kisi-Kisi Soal Tes Kemampuan Berpikir Kritis

Aspek	Sub Indikator	Jumlah
Memberikan Penjelasan Sederhana	- Memfokuskan pertanyaan - Menganalisis argumen - Bertanya dan menjawab pertanyaan yang membutuhkan penjelasan atau tantangan	1
Membangun Keterampilan Dasar	- Menilai kredibilitas sumber informasi - Melakukan observasi - Menilai laporan hasil observasi	1
Menyimpulkan	- Membuat deduksi dan menilai deduksi - Membuat induksi dan menilai induksi - Menyusun keputusan dan mempertimbangkan hasilnya	1

Memberikan Penjelasan Lebih Lanjut	- Mendefinisikan dan menilai definisi - Mengidentifikasi asumsi	1
Mengatur Strategi dan Taktik	- Menentukan suatu tindakan - Berinteraksi dengan orang lain	1

2. Lembar Observasi Keterampilan Kolaborasi

Lembar observasi dikembangkan berdasarkan indikator keterampilan kolaborasi Greenstein (2012).

Tabel 8. Kisi-Kisi Instrumen Keterampilan Kolaborasi

Indikator	Aspek	Nomor butir lembar observasi	Jumlah
Berkontribusi Secara Aktif	- Selalu mengungkapkan ide, saran, atau solusi dalam diskusi. - Ide, saran atau solusi yang diutarakan berguna dalam diskusi.	2, 3, 12, 19	4
Bekerja Secara Produktif	Menggunakan waktu secara efisien dengan tetap fokus pada tugasnya tanpa diperintah dan menghasilkan kerja yang dibutuhkan.	8, 13, 18, 21	4
Bertanggung Jawab	- Mengetahui bagaimana untuk merencanakan, mengatur, memenuhi tugas yang telah diberikan oleh pendidik dan memegang tugasnya masing-masing. - Secara konsisten menghadiri pertemuan kelompok dengan tepat waktu - Mengikuti perintah yang telah menjadi tugasnya. - Tidak bergantung pada orang lain untuk menyelesaikan tugasnya.	1, 11, 14, 15, 20, 22	6
Menunjukkan fleksibilitas	- Menerima keputusan bersama. - Menerima penghargaan, kritik dan saran. - Memahami, merundingkan, memperhitungkan perbedaan untuk mencapai pemecahan masalah, terkhusus pada lingkungan multikultural. - Fleksibel dalam bekerja sama.	4, 7, 9, 10, 17, 24	6

	-	Selalu berkompromi dengan tim untuk menyelesaikan masalah.		
Menghargai orang lain	-	Menanggapi dengan pikiran terbuka terhadap perbedaan pendapat dan menghargai ide baru orang lain.	5, 6, 16, 23, 25	5
	-	Menunjukkan sikap yang sopan dan baik pada teman.		
	-	Mendiskusikan ide.		

Sumber: Dimodifikasi dari (Nainggolan, 2023)

3. Angket Respon Peserta Didik

Angket respon peserta didik didapatkan dengan menggunakan skala likert.

3.7 Teknik Analisis Data

I. Kemampuan Berpikir Kritis

Data kuantitatif kemampuan berpikir kritis peserta didik diperoleh dari skor *pretest* dan *posttest* yang telah diujikan kepada peserta didik di kelas eksperimen dan kontrol. Skor hasil tes diperoleh dengan rumus berikut:

$$Skor = \frac{a}{b} \times 100$$

Keterangan:

a = Banyaknya butir soal yang dijawab benar

b = Banyaknya butir soal

a. *N-gain* Kemampuan Berpikir Kritis

Hasil *pretest* dan *posttest* yang didapatkan selanjutnya dilakukan perhitungan dengan menghitung *Normalized Gain (N-Gain)* untuk mengukur peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik kelompok kontrol dan eksperimen pada materi perubahan iklim. Uji *N-Gain* dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$Normalized - Gain = \frac{skor\ posttest - skor\ pretest}{skor\ maksimum - skor\ pretest}$$

Skor *N-Gain* yang didapatkan selanjutnya dicocokkan dengan kriteria pada table di bawah.

Tabel 9. Interpretasi Skor *N-Gain*

Interval Koefisien	Kategori
$N-Gain \leq 0,3$	Rendah
$0,3 < N-Gain < 0,7$	Sedang
$N-Gain \geq 0,7$	Tinggi

Sumber: (Wijaya dkk., 2021)

b. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk melihat normal atau tidaknya distribusi atau penyebaran data yang didapatkan saat penelitian. Normalitas data dilakukan dengan program SPSS menggunakan uji *Saphiro-Wilk*.

a. Hipotesis uji normalitas:

H_0 = Sampel berasal dari populasi yang terdistribusi normal

H_1 = Sampel berasal dari populasi yang tidak terdistribusi normal

b. Kriteria Pengujian:

Pengambilan keputusan uji normalitas dilihat berdasarkan pada besaran probabilitas atau nilai signifikansi, yaitu dengan ketentuan sebagai berikut:

- 1) Jika nilai *sig.* $< 0,05$ maka H_0 ditolak (hal ini berarti data berdistribusi tidak normal).
- 2) Jika nilai *sig.* $> 0,05$ maka H_0 diterima (hal ini berarti data berdistribusi normal).

c. Uji Homogenitas

Uji homogenitas adalah uji yang bertujuan untuk mengetahui apakah suatu sampel yang berjumlah dua atau lebih memiliki varians yang sama (homogen). Uji homogenitas menggunakan uji *Levene Test* pada taraf signifikansi 5% atau $\alpha = 0,05$.

a. Hipotesis:

H_0 = data yang diuji memiliki varians yang sama

H_1 = data yang diuji memiliki varians yang tidak sama

b. Kriteria Pengujian:

1. Jika probabilitasnya $> 0,05$ maka H_0 diterima.

2. Jika probabilitasnya $< 0,05$ maka H_0 ditolak (Sutiarso, 2011).

d. Uji Hipotesis

Uji hipotesis digunakan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan signifikan antara rata-rata kedua kelompok sampel. Uji hipotesis menggunakan uji *Independent sample t-test*. Jika nilai *p-value* yang dihasilkan pada saat perhitungan $< 0,05$ maka H_0 ditolak atau H_1 diterima. Sedangkan, jika nilai *p-value* yang dihasilkan pada saat perhitungan $> 0,05$ maka H_0 diterima (Rinaldi, 2020).

Hipotesis:

H_0 : Tidak ada peningkatan yang signifikan dari kemampuan berpikir kritis dan keterampilan kolaborasi peserta didik terhadap penggunaan model *Problem-Based Learning* (PBL) berbantu e-LKPD

Liveworksheets pada materi perubahan lingkungan berorientasi SDGs

H_1 : Terdapat peningkatan yang signifikan dari kemampuan berpikir kritis peserta didik terhadap penggunaan model *Problem-Based Learning* (PBL) berbantu e-LKPD Liveworksheets berorientasi SDGs pada materi perubahan lingkungan berorientasi SDGs

e. Uji *Effect Size*

Uji seberapa besar pengaruh penerapan model PBL berbantu e-LKPD Liveworksheets berorientasi SDGs terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik dilakukan dengan menggunakan perhitungan *Effect Size*. *Effect Size* adalah suatu indikator yang digunakan untuk mengukur besarnya efek atau pengaruh dari suatu perlakuan. Untuk menghitung *Effect Size* digunakan rumus sebagai berikut:

$$d = \frac{\bar{x}_t - \bar{x}_c}{S_{spotted}}$$

Keterangan:

d = Nilai *Effect Size*
 $\bar{x}_t$ = Nilai rata-rata kelompok eksperimen
 $\bar{x}_c$ = Nilai rata-rata kelompok kontrol
 $S_{spotted}$ = Standar deviasi

Interpretasi hasil Effect Size mengikuti tabel dibawah ini.

Tabel 10. Kriteria Interpretasi *Effect Size*

<i>Effect Size</i>	Interpretasi Efektivitas
$0 < d < 0,2$	Kecil
$0,2 < d < 0,8$	Sedang
$d > 0,8$	Besar

Sumber: (Lovakov & Agadullina, 2021)

II. Keterampilan Kolaborasi

Peneliti menggunakan lembar observasi keterampilan kolaborasi yang data penilaiannya diperoleh melalui observasi selama proses pembelajaran berlangsung. Adapun perhitungan data keterampilan kolaborasi yaitu dengan rumus:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \times 100$$

Keterangan:

$\sum x_i$ = Jumlah skor yang diperoleh

N = Jumlah skor maksimum

Presentase penilaian kolaborasi yang didapatkan selanjutnya dicocokkan dengan kriteria pada tabel di bawah.

Tabel 11. Kriteria Keterampilan Kolaborasi

Rata-rata	Kategori
$86\% \leq A \leq 100\%$	Sangat Baik
$76\% \leq B \leq 85\%$	Baik
$60\% \leq C \leq 75\%$	Cukup
$55\% \leq D \leq 59\%$	Kurang
$E \leq 54\%$	Kurang Sekali

Sumber: (Purwanto, 2008)

III. Angket Respon Peserta Didik

Angket respon peserta didik menggunakan skala *likert* dengan 4 pilihan.

Hasil data yang diperoleh dihitung persentasenya dengan rumus sebagai berikut:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \times 100$$

Keterangan:

$\sum x_i$ = Jumlah skor yang diperoleh

n = Jumlah skor maksimum

Hasil dari persentase tersebut kemudian ditafsirkan dengan menggunakan kategori persentase berdasarkan kriteria penilaian yang dapat dilihat pada tabel 12.

Tabel 12. Kriteria Angket Respon Peserta Didik

Rata-rata	Kategori
$86\% \leq A \leq 100\%$	Sangat Baik
$76\% \leq B \leq 85\%$	Baik
$60\% \leq C \leq 75\%$	Cukup
$55\% \leq D \leq 59\%$	Kurang
$E \leq 54\%$	Kurang Sekali

Sumber: (Purwanto, 2008)

V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Penggunaan model PBL berbantu e-LKPD *Liveworksheets* pada materi perubahan iklim berorientasi SDGs berpengaruh signifikan terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik kelas X SMAN 3 Bandar Lampung.
2. Penggunaan model PBL berbantu e-LKPD *Liveworksheets* pada materi perubahan iklim berorientasi SDGs berpengaruh terhadap peningkatan keterampilan kolaborasi peserta didik kelas X SMAN 3 Bandar Lampung.
3. Penggunaan model PBL berbantu e-LKPD *Liveworksheets* pada materi perubahan iklim berorientasi SDGs mendapat tanggapan positif dari peserta didik dengan kategori sangat tinggi.

5.2 Saran

Berdasarkan simpulan tersebut dan untuk kepentingan penelitian, maka penulis menyarankan sebagai berikut:

1. Penerapan model PBL berbantu e-LKPD *Liveworksheets* dapat digunakan sebagai salah satu alternatif dalam pelaksanaan pembelajaran dengan memperhatikan sarana dan prasarana yang mendukung, seperti perangkat teknologi dan jaringan internet yang memadai.
2. Bagi peneliti lain, diharapkan untuk menyesuaikan jumlah observer dengan jumlah peserta didik agar seluruh peserta didik dapat teramati dengan baik terutama saat kegiatan penyelidikan kelompok sehingga proses penilaian keterampilan kolaborasi dari peserta didik dapat lebih baik, efektif, dan akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Agnafia, D. N. (2019). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa dalam Pembelajaran Biologi. *Florea*, 6(1), 45–53.
- Akınoğlu, O., & Tandoğan, R. Ö. (2007). The Effects of Problem-Based Active Learning in Science Education on Students' Academic Achievement, Attitude and Concept Learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(1), 71–81.
- Alisjahbana, A. S., & Murniningtyas, E. (2018). *Tujuan Pembangunan Berkelanjutan di Indonesia: Konsep, Target dan Strategi Implementasi*. Unpad Press.
- Annida, S. F., Putra, A. P., & Zaini, M. (2022). Pengaruh Penggunaan E-LKPD Berbasis Liveworksheets Terhadap Hasil Belajar dan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Pada Konsep Pembelahan Sel. *QUANTUM: Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 13(2), 155–167.
- Apriono, D. (2013). Pembelajaran Kolaboratif: Suatu Landasan untuk Mmembangun Kebersamaan dan Keterampilan Kerjasama. *Diklus*, 17(1), 292–304.
- Arends, R. I. (2012). *Learning to Teach* (9th ed.). McGraw-Hill.
- Arwan, J. F., Dewi, L., & Wahyudin, D. (2022). Urgensi Pendidikan Berbasis Perubahan Iklim Untuk Pembangunan Berkelanjutan. *Jurnal Pendidikan Lingkungan Dan Pembangunan Berkelanjutan*, 22(2), 23–38.
<https://doi.org/10.21009/plpb.222.03>
- Asmaranti, W., Pratama, G. S., & Wisniarti. (2017). Desain Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Matematika dengan Pendekatan Saintifik Berbasis Pendidikan Karakter. *Prosiding Seminar Nasional Etnomatnesia*, 639–646.
- Azizi, A., & Irwansyah. (2020). Pengaruh Penggunaan Model PBL Terhadap Motivasi Belajar Biologi Siswa Kelas X MIA. *Jurnal Ilmiah Global Education*, 1(2), 186–192.
- Dwi Apriyani, N., & Alberida, H. (2023). Pengaruh Model Problem Based Learning (PBL) Terhadap Keterampilan Argumentasi Peserta Didik Pada

- Pembelajaran Biologi: Literature Review. *BIOCHEPHY: Journal of Science Education*, 3(1), 40–48.
- Elvianasti, M., Agustifani, N., Kharisma, N., Yarza, H. N., Studi, P., Biologi, P., Muhammadiyah, U., & Hamka, I. (2022). Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Sains Peserta Didik pada Materi Perubahan Lingkungan. *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran Fisika*, 8(1), 1–9.
- Ennis, R. H. (1985). A Logical Basis for Measuring Critical Thinking Skills. *Educational Leadership*, 43, 44–48.
- Ennis, R. H. (2011). The Nature of Critical Thinking: An Outline of Critical Thinking Dispositions and Abilities. *The Sixth International Conference on Thinking*, 1–8.
- Fakhriyah, F. (2014). Penerapan Problem Based Learning Dalam Upaya Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa. *JPII: Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 3(1), 95–101.
- Firman, Nur, S., & SL.Taim, M. A. (2023). Analisis Keterampilan Kolaborasi Siswa SMA pada Pembelajaran Biologi. *Diklabio: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Biologi*, 7(1), 82–89.
- Greenstein, L. (2012). *Assessing 21st Century Skills: A Guide to Evaluating Mastery and Authentic Learning*. Corwin Press.
- Hariski Lia, R., & Siti Sri, W. (2020). Pengembangan Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD) Berbasis Scientific Approach Pada Mata Pelajaran Administrasi Umum Semester Genap Kelas X OTKP di SMK Negeri 1 Jombang. *Jurnal Pendidikan Administrasi Perkantoran*, 8(3), 504–515.
- Jalmo, T., Fitriyani, D., & Yolida, B. (2019). Penggunaan Problem Based Learning untuk Meningkatkan Keterampilan Kolaborasi Dan Berpikir Tingkat Tinggi. *Jurnal Bioterdidik*, 7(3), 77–87.
- Josephine, A., Sawiji, H., & Susantiningrum. (2016). Penerapan Model Pembelajaran Discovery Learning Untuk Meningkatkan Keaktifan dan Prestasi Belajar Peserta Didik Pada Mata Pelajaran Pengantar Administrasi Perkantoran Kelas X Administrasi Perkantoran 3 Smk Negeri 6 Surakarta Tahun Pelajaran 2014/2015. *Jurnal Informasi Dan Komunikasi Administrasi Perkantoran*, 1(1), 14–35.
- Lathifah, M. F., Hidayati, B. N., & Zulandri. (2021). Efektifitas LKPD Elektronik sebagai Media Pembelajaran pada Masa Pandemi Covid-19 untuk Guru di YPI Bidayatul Hidayah Ampenan. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 4(1), 25–30.
- Lovakov, A., & Agadullina, E. R. (2021). Empirically Derived Guidelines for Effect Size Interpretation in Social Psychology. *European Journal of Social Psychology*, 51(3), 485–504.

- Magfiroh, L., Ayuningtyas, E., & Savitri, E. N. (2023). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning Berbantuan Liveworksheet untuk Meningkatkan Keterampilan Komunikasi Siswa. *Seminar Nasional IPA XIII*, 57–68.
- Mansur, N. R., Ratnasari, J., & Ramdhan, B. (2022). Model STEAM Terhadap Kemampuan Kolaborasi dan Kreativitas Peserta Didik. *BIODIK: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*, 8(4), 183–196.
- Marisda, D. H., & Handayani, Y. (2020). Model Pembelajaran Kolaboratif Berbasis Tugas Sebagai Alternatif Pembelajaran Fisika Matematika. *Prosiding Seminar Nasional Fisika PPs UNM*, 2, 9–12.
- Nabilah, A., & Syamsurizal. (2024). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Jurnal Edukasi Biologi*, 10(1), 42–48.
- Nainggolan, M. M. (2023). *Pengaruh Strategi Pembelajaran Multipel Representasi Berbasis STEM Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif dan Kolaborasi Peserta Didik Pada Materi Teknologi Ramah Lingkungan*.
- Nufus, V. F., & Sakti, N. C. (2021). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik Berbasis Flipbook Pada Mata Pelajaran Ekonomi Kelas XI. *Jurnal PTK Dan Pendidikan*, 7(1), 27–35.
- Nurafriani, R. R., & Mulyawati, Y. (2023). Pengembangan E-LKPD Berbasis Liveworksheet pada Tema 1 Subtema 1 Pembelajaran 3. *Didaktik: Jurnal Ilmiah PGSD FKIP Universitas Mandiri*, 9(1), 404–414.
- Pramesti, C. A., & Nugraheni, N. (2024). Urgensi dan Capaian SDGs Bidang Pendidikan untuk Mewujudkan Pendidikan Berkualitas Di Indonesia. *Jurnal Penelitian Pendidikan Indonesia*, 1(3), 151–155.
- Putri, A., Anas, N., & Adlini, M. N. (2023). Analisis Keterampilan Abad 21 Siswa Dalam Pembelajaran Biologi. *PENDEKAR: Jurnal Pendidikan Berkarakter*, 1(5).
- Putri, D. M., & Fitri, R. (2022). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Pembelajaran Biologi. *ALVEOLI: Jurnal Pendidikan Biologi*, 3(1), 41–52.
- Rachmawati, N. Y., & Rosy, B. (2021). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Pemecahan Masalah pada Mata Pelajaran Administrasi Umum Kelas X OTKP di SMK Negeri 10 Surabaya. *Jurnal Pendidikan Administrasi Perkantoran*, 9(2), 246–259.
- Rahayu, R., Iskandar, S., & Abidin, Y. (2022). Inovasi Pembelajaran Abad 21 dan Penerapannya di Indonesia. *Jurnal Basicedu*, 6(2), 2099–2104.

- Sadikin, A., & Hakim, N. (2019). Pengembangan Media E-Learning Interaktif Dalam Menyongsong Revolusi Industri 4.0 Pada Materi Ekosistem Untuk Siswa SMA. *BIODIK*, 5(2), 131–138.
- Sari, E., & Hafandi, L. (2022). Pengaruh Problem Based Learning terhadap Keterampilan Kolaborasi Siswa. *Bioedutech: Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi*, 1(1), 68–77.
- Sholehah, F., Sunarto, & Gazali, M. (2021). *Pengembangan E-LKPD Berbasis Kontekstual Menggunakan Liveworksheets Pada Materi Aritmetika Sosial Kelas VII SMP Ahmad Dahlan Kota Jambi*. UIN Sulthan Thaha Saifuddin.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st Century Skills Learning for Life in Our Times*. Jossey-Bass.
- Wahyuningsih. (2017). Millenium Develompent Goals (MDGs) dan Sustainable Development Goals (SDGs) dalam Kesejahteraan Sosial. *Bisma: Jurnal Bisnis Dan Manajemen*, 11(3), 390–399.
- Wiono, W. J., Priadi, M. A., & Meriza, N. (2024). Efektivitas Atlas Elektronik Bermuatan Keanekaragaman Tumbuhan TNBBS dalam Pembelajaran Biologi Berdiferensiasi. *BIOEDUKASI*, 15(1), 29–38.
- Wiono, W. J., & Rakhmawati, I. (2025). Boys and Girls in Developing Scientific Literacy Through Problem-based Learning Supported by ClimateClass. *BIOEDUIN*, 15(1), 38–46.
- Wiono, W. J., Rakhmawati, I., & Rahayu, D. S. (2024). Metacognitive Awareness, Problem-Based Learning Integrated Science-Environment-Technology-Society (SETS) Toward Creativity Thinking. *Thabiea: Journal of Natural Science Teaching*, 7(2), 167–179.
- Wiono, W. J., & Siregar, Y. S. (2024). The Effectiveness of Problem-Based Learning in Ecosystem Content on Critical Thinking Skills Reviewed from Students' Metacognitive Awareness. *Phenomenon: Jurnal Pendidikan MIPA*, 4(1), 85–102.