

**PENGARUH MODEL *PROBLEM-BASED LEARNING*
TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS
DAN KOLABORASI PESERTA DIDIK KELAS X
PADA MATERI PERUBAHAN IKLIM
SMA NEGERI 1 PRINGSEWU**

(Skripsi)

**Oleh
SALSABILLA MAHARANI
NPM 2113024004**



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

ABSTRAK

PENGARUH MODEL *PROBLEM-BASED LEARNING* TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS DAN KOLABORASI PESERTA DIDIK KELAS X PADA MATERI PERUBAHAN IKLIM SMA NEGERI 1 PRINGSEWU

Oleh

Salsabilla Maharani

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh model PBL terhadap keterampilan berpikir kritis dan kolaborasi peserta didik kelas X pada materi perubahan iklim SMA Negeri 1 Pringsewu. Sampel diperoleh melalui teknik *purposive sampling*, terdiri dari 36 peserta didik kelas X.E1 (eksperimen) dan 36 peserta didik kelas X.E2 (kontrol). Penelitian ini menggunakan desain *pretest-posttest nonequivalent control group*. Data yang digunakan adalah data kuantitatif dari tes (keterampilan berpikir kritis) dan data kualitatif dari lembar observasi keterampilan kolaborasi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa model PBL berpengaruh signifikan terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis dan kolaborasi peserta didik, dengan rata-rata *N-Gain* kelas eksperimen sebesar 0,76 termasuk kategori tinggi, lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol dengan rata-rata *N-Gain* 0,51 termasuk kategori sedang. Hasil perhitungan keterampilan kolaborasi kelas eksperimen mendapatkan rata-rata 89,24 dengan kategori sangat baik, hasil ini memiliki peningkatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol sebesar 83,69. Uji pengaruh (*Effect size*) untuk mengetahui seberapa besar efek yang terjadi dalam sebuah penelitian, menunjukkan nilai 0,847 (berpikir kritis) dengan interpretasi pengaruh bernilai besar. Dengan demikian, model PBL berpengaruh signifikan terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi perubahan iklim.

Kata kunci: *Problem-Based Learning*, Berpikir Kritis, Kolaborasi, Perubahan Iklim

**PENGARUH MODEL *PROBLEM-BASED LEARNING*
TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS
DAN KOLABORASI PESERTA DIDIK KELAS X
PADA MATERI PERUBAHAN IKLIM
SMA NEGERI 1 PRINGSEWU**

Oleh

Salsabilla Maharani

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 *Problem-Based Learning* Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Kolaborasi Peserta Didik Kelas X pada Materi Perubahan Iklim SMA Negeri 1 Pringsewu

Nama Mahasiswa : Salsabilla Maharani

Nomor Pokok Mahasiswa : 2113024004

Program Studi : Pendidikan Biologi

Jurusan : Pendidikan MIPA

Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Dr. Dina Maulina, M.Si.
NIP 19851203 200812 2 001

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 : Dr. Dina Maulina, M.Si.

Sekretaris : Wisnu Juli Wiono, M.Pd.

**Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Dewi Lengkana, M.Sc.**

2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



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

NIP. 19870504 201404 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 23 Mei 2025

PERNYATAAN SKRIPSI MAHASISWA

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Salsabilla Maharani
Nomor Pokok Mahasiswa : 2113024004
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 mana pun. 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, 2 Juni 2025
Yang Menyatakan,



Salsabilla Maharani
NPM. 2113024004

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Pringsewu pada tanggal 29 Oktober 2003 merupakan anak pertama dari tiga bersaudara, putri dari Bapak Wijanarko dengan Ibu Sri Wijiastuti. Penulis beralamat di Jalan Melati 2, Pringsewu Timur, Kec. Pringsewu, Kabupaten Pringsewu, Lampung.

Penulis mengawali pendidikan di SD Negeri 1 Pringsewu selatan (2011-2017), SMP Negeri 1 Pringsewu pada tahun 2016-2019, dan SMA Negeri 1 Pringsewu (2019-2021) dengan mengikuti program akselerasi 2 tahun. Pada tahun 2021, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Pendidikan Biologi Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN. Pada tahun 2024, penulis melaksanakan program kuliah kerja nyata (KKN Kampus Merdeka-Merdeka Belajar) dan pengenalan lingkungan persekolahan (PLP) di Desa Taman Agung, Kecamatan Kalianda, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung.

Penulis juga terlibat aktif dalam beberapa kompetisi tingkat lokal dan nasional. Pada tahun 2024, penulis berhasil meraih juara favorit 3 lomba *cover song* nasional yang diselenggarakan oleh Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro, yang pada tahun sebelumnya penulis juga mengikuti perlombaan serupa dan memperoleh juara 2. Penulis juga berhasil memperoleh juara 2 pada *dubbing competition* dalam *Korean Dubbing Competition* yang diselenggarakan oleh *Alumni Association of Indonesia – Korea Youth Exchange Program* dan juara 3 lomba Photography Media Championship 2022 yang diselenggarakan oleh Himpunan Mahasiswa Eksakta Universitas Lampung.

MOTTO

“Bacalah dengan (menyebut) nama Tuhanmu yang menciptakan”

(Q.S Al-Alaq: 1)

“Sesungguhnya beserta kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan) tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain)”

(Q.S Al-Insyirah : 6-7)

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah nasib suatu kaum sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri”

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

“Maka barangsiapa yang mengerjakan kebaikan seberat zarrah, niscaya dia akan melihat (balasan)nya”

(Q.S Az-Zalzalah : 7)

“Saat seseorang berhenti belajar, hidup mereka pun terhenti ”

(Study Group)

“Bad things at times do happen to good people”

(Hospital Playlist)

“Pohon bambu akan tumbang saat ada angin kencang, tapi rumput selalu berdiri sekeras apapun angin berembus. Kamu bisa bersikap seperti pohon bambu, tapi hatimu harus seperti rumput yang pantang menyerah untuk bangkit”

(Taxi Driver)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'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

Bapak Wijanarko dan Ibu Sri Wijiastuti

Terima kasih atas semangat, motivasi, ilmu, cinta, dan kasih sayangmu. Kesabaranmu dalam mendidik, merawat, dan mendoakan saya dengan tulus telah membantu saya mencapai kesuksesan dan kebahagiaan. Saya sangat berterima kasih atas segala yang terbaik yang telah kau berikan, hingga saya bisa menjadi seperti sekarang.

Para Pendidik (Guru dan Dosen)

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

Jasamu sangat berarti. Terima kasih banyak.

Adikku

Salwafira Khairani dan Muhamad Farhain

Terima kasih saudara, atas semangat, dukungan, dan kasih sayang yang tak pernah lelah kalian berikan.

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 *Problem-Based Learning* Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Kolaborasi Peserta Didik Kelas X pada Materi Perubahan Iklim SMA Negeri 1 Pringsewu”. 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 Ketua Program Studi Pendidikan Biologi;
4. Ibu Dr. Dina Maulina, M.Si. selaku pembimbing I yang telah bersedia meluangkan waktu untuk membimbing, memberikan perhatian, motivasi, semangat, serta saran dan masukan dalam proses penyelesaian skripsi ini;
5. Bapak Wisnu Juli Wiono, S.Pd., M.Pd., selaku pembimbing II yang telah membimbing serta memberikan masukan, motivasi dalam

penulisan skripsi;

6. Ibu Dr. Dewi Lengkana, M.Sc. selaku dosen pembahas yang telah bersedia memberikan masukan dan saran perbaikan yang sangat berharga, sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik;
7. Seluruh dosen dan staff prodi atas motivasi dan ilmu yang telah diberikan;
8. Ibu Buminawanti, M.Pd. selaku guru pengampu mata pelajaran biologi kelas X dan pembimbing selama menjalankan penelitian telah memberi semangat dan dukungan serta siswa-siswi kelas X.E1 dan X.E2 atas kerjasama dalam membantu penulis selama melakukan penelitian;
9. Kepada keluargaku yang telah memberikan dukungan;
10. Teman seperjuanganku, Desilva Elsha Gau, Atu Meiguna, Reni, Wulan, Tinsi, dan Erlita yang telah memberikan waktu dan bantuan kepada penulis saat menyusun skripsi ini;
11. Sahabat *Saiman Fams* (Devina, Ellyas, Maya, Jalpa, Wahyu, Faris, Kadew, Kadit, Fatma, Jess, Balqis, dan Robby), dan Kepada teman-teman pendidikan biologi 2021 kelas B (Bivalvia) yang memberikan cerita berkesan selama menjalani perkuliahan bersama; dan semua pihak yang membantu.

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, 2 Juni 2025
Penulis,

Salsabilla Maharani
NPM. 2113024004

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	9
1.3 Tujuan Penelitian.....	9
1.4 Manfaat Penelitian.....	9
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	10
II. TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1 Model <i>Problem-Based Learning</i>	11
2.2 Berpikir Kritis.....	16
2.3 Kolaborasi	19
2.4 Ruang Lingkup Materi Perubahan Iklim.....	22
2.5 Kerangka Berpikir	24
2.6 Hipotesis	26
III. METODE PENELITIAN	27
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	27
3.2 Populasi dan Sampel Penelitian	27
3.3 Prosedur Penelitian.....	27
3.4 Jenis dan Teknik Pengumpulan Data	28
3.5 Uji Instrumen Penelitian.....	29
3.6 Teknik Analisis Data	33
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1 Hasil Penelitian.....	37

4.2	Pembahasan	43
V.	KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1	Kesimpulan.....	55
5.2	Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA		56
LAMPIRAN.....		65

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Sintaks Model Pembelajaran PBL	14
Tabel 2. Capaian Pembelajaran.....	22
Tabel 3. Keluasan dan Kedalaman Materi	23
Tabel 4. Desain Penelitian <i>Non-Equivalent Control Group Design</i>	28
Tabel 5. Kriteria Penilaian Skala <i>Likert</i>	30
Tabel 6. Kriteria Interpretasi Hasil Penelitian Instrumen	31
Tabel 7. Hasil Uji Ahli Validitas Instrumen	31
Tabel 8. Kriteria <i>N-Gain (g)</i>	33
Tabel 9. Kriteria Penskoran Keterampilan Kolaborasi Peserta Didik.....	35
Tabel 10. Interpretasi Nilai <i>Effect Size Cohen's</i>	36
Tabel 11. Kriteria Nilai Tanggapan Peserta Didik Terhadap Model PBL	36
Tabel 12. Hasil Perhitungan Uji Statistik Keterampilan Berpikir Kritis.....	38
Tabel 12. Hasil Uji <i>Effect size</i> Keterampilan Berpikir Kritis	41
Tabel 13. Keterampilan Kolaborasi	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Kerangka Berpikir.....	25
Gambar 2. Hubungan antar Variabel dalam Penelitian.....	26
Gambar 3. Persentase Indikator Berpikir Kritis di Kelas Eksperimen.....	40
Gambar 4. Persentase Indikator Berpikir Kritis di Kelas Kontrol	40
Gambar 5. Jawaban LKPD Peserta Didik pada Tahap Mengorganisasikan Peserta Didik Untuk Belajar	45
Gambar 6. Jawaban LKPD Peserta Didik pada Tahap Membantu Investigasi Mandiri Dan Kelompok.....	47
Gambar 7. Karya Infografis Peserta Didik.....	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Alur Tujuan Pembelajaran (ATP) Kelas Eksperimen.....	66
Modul Ajar Kelas Eksperimen.....	68
Lembar Kerja Peserta Didik Pertemuan 1 Kelas Eksperimen	74
Lembar Kerja Peserta Didik Pertemuan 2 Kelas Eksperimen	82
Alur Tujuan Pembelajaran (ATP) Kelas Kontrol.....	90
Modul Ajar Kelas Kontrol	92
Lembar Kerja Peserta Didik Pertemuan 1 Kelas Kontrol	97
Lembar Kerja Peserta Didik Pertemuan 2 Kelas Kontrol	103
Rubrik Penilaian Kisi-Kisi Soal <i>Pre-test</i> dan <i>Post-test</i>	109
Soal <i>Pre-test</i> dan <i>Post-test</i>	119
Lembar Penilaian Observasi Keterampilan Kolaborasi	123
Rubrik Skor Penilaian Observasi Keterampilan Kolaborasi	124
Angket Tanggapan Peserta Didik	125
Lembar Validasi Soal.....	127
Hasil Tes Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik.....	130
Hasil Uji Prasayarat, Hipotesis, dan <i>Effect Size</i> Keterampilan Berpikir Kritis.....	132
Rekapitulasi Nilai <i>Pre-test</i> , <i>Post-test</i> , dan <i>N-Gain</i> Berpikir Kritis.....	134
Rekapitulasi Nilai <i>Pre-test</i> , <i>Post-test</i> Per-Indikator Berpikir Kritis	142
Rekapitulasi Hasil Observasi Keterampilan Kolaborasi dan Rata-rata <i>N-Gain</i>	156
Hasil Perhitungan Angket Tanggapan Peserta Didik.....	161
Surat Balasan Penelitian dari Sekolah	163
Dokumentasi Penelitian	164

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemajuan pesat di bidang internet, teknologi informasi, dan komunikasi menandai dimulainya era Revolusi Industri 4.0 (Montessor et al., 2023). Transformasi ini membawa dampak signifikan pada berbagai aspek kehidupan, salah satunya adalah sektor pendidikan. Dengan demikian, sistem pendidikan perlu menyesuaikan diri agar dapat membekali siswa dengan keterampilan yang sesuai, sehingga mereka mampu bersaing di tingkat global. Keterampilan yang dimaksud mencakup enam kompetensi utama, yaitu berpikir kritis, kolaborasi, berkomunikasi, pemahaman lintas budaya, konektivitas digital, serta kreativitas. Enam keterampilan ini dikenal dengan istilah 6C dan perlu dimiliki oleh generasi muda dalam kehidupan sehari-hari (Anugerahwati, 2019). Beberapa Keterampilan tersebut memiliki peran penting dalam menentukan kesuksesan individu, baik di lingkungan profesional maupun sosial. Oleh karena itu, sistem pendidikan perlu dioptimalkan untuk menumbuhkan keterampilan tersebut pada peserta didik (Srirahmawati & Wardani, 2023). Dengan diterapkannya pembelajaran yang mendukung keterampilan abad ke-21, diharapkan peserta didik terbiasa berkomunikasi secara efektif, menunjukkan kekompakan dalam bekerja sama, bersikap kritis dalam menghadapi persoalan, serta mampu berpikir kreatif dan inovatif dalam berbagai bidang kehidupan (Shapiro, 2003).

Dalam menghadapi tantangan serta tuntutan masa kini, berpikir kritis dan berkolaborasi menjadi dua unsur krusial yang wajib dimiliki oleh setiap orang. Berpikir kritis telah lama diakui sebagai salah satu kompetensi esensial abad ke-21, karena keterampilan ini sangat diperlukan dalam menjalin komunikasi yang efektif, menyelesaikan permasalahan, serta memahami dan menguasai suatu materi (Utami, 2022). Hasil survei dari *Association of*

American Colleges and Universities (AACU) menunjukkan bahwa sebanyak 93% responden meyakini bahwa berpikir kritis, menyampaikan gagasan secara jelas, dan menyelesaikan masalah kompleks merupakan keterampilan yang jauh lebih penting dibanding sekadar penguasaan teknis. Lebih dari 75% responden juga menyatakan perlunya penekanan lebih besar pada aspek berpikir kritis, pemecahan masalah yang rumit, serta keterampilan komunikasi tertulis dan lisan, termasuk penguasaan pengetahuan yang mendalam (Su et al., 2016). Menurut Aizikovitsh-Udi dan Cheng (2015), berpikir kritis adalah keterampilan yang sangat penting dalam menghadapi tantangan kehidupan masa kini. Mereka menjelaskan bahwa keterampilan ini melibatkan analisis terhadap penyebab suatu peristiwa, melakukan evaluasi, mengambil keputusan mengenai hal yang diyakini atau tindakan yang akan dilakukan, serta mempertimbangkan kemungkinan akibat yang mungkin timbul dari keputusan tersebut. Selain itu, keterampilan berpikir kritis juga memberikan manfaat jangka panjang, karena membantu peserta didik dalam mengelola proses belajar mereka secara mandiri dan pada akhirnya memberdayakan mereka untuk dapat memberikan kontribusi kreatif dalam bidang profesi yang mereka pilih.

Survei Programme for International Student Assessment (PISA) tahun 2018 yang melibatkan sekitar 600.000 pelajar dari 79 negara menunjukkan bahwa skor rata-rata keterampilan matematika siswa Indonesia hanya mencapai 379. Skor ini menempatkan Indonesia pada posisi ketujuh terbawah, skor tersebut jauh lebih rendah dibandingkan dengan rata-rata negara anggota *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD), yang mencapai 489 untuk bidang matematika dan sains (Schleicher, 2019). Temuan ini mencerminkan rendahnya keterampilan berpikir kritis di kalangan siswa Indonesia. Padahal, berbagai penelitian telah menekankan pentingnya penguasaan keterampilan berpikir kritis dalam dunia pendidikan dan kebutuhan tenaga kerja abad ke-21 (Geertsen, 2003). Barrington, Casner-Lotto, dan Wright (2006) juga menyoroti pentingnya pendidikan yang mengembangkan berpikir kritis sebagai bekal utama bagi siswa dalam

menghadapi dunia kerja modern. Reeve (2016) menambahkan bahwa berpikir kritis termasuk dalam keterampilan utama abad ke-21 yang sangat diperlukan oleh peserta didik di Thailand, terutama dalam pendidikan dan pelatihan kejuruan (TVET). Hal ini diperkuat oleh Chaiyasut, Samuttai, Phuwichadawa, dan Inthanet (2014) yang menyebutkan bahwa berpikir kritis merupakan salah satu dari 13 indikator utama dalam pembelajaran sepanjang hayat. Rendahnya tingkat keterampilan berpikir kritis di Indonesia disebabkan oleh sejumlah faktor, salah satunya adalah kecenderungan peserta didik untuk menghafal materi dan rumus, alih-alih memahami konsep secara mendalam. Hal ini selaras dengan temuan awal penelitian oleh Sianturi dan rekan-rekannya (2018), yang menunjukkan bahwa rendahnya partisipasi siswa, ditambah dengan dominasi metode hafalan dalam proses pembelajaran, menyebabkan keterampilan berpikir kritis menjadi kurang berkembang. Kurangnya keaktifan siswa juga terlihat dari minimnya pertanyaan atau pendapat yang mereka ajukan selama proses pembelajaran berlangsung.

Selain berpikir kritis, peserta didik juga perlu menguasai berbagai keterampilan abad ke-21, salah satunya adalah keterampilan bekerja sama atau kolaborasi (Sholikha & Fitrayati, 2021). Yunus (2023) mengemukakan bahwa keterampilan kolaboratif menjadi aspek penting yang harus dimiliki oleh setiap individu di era saat ini, yang bukan lagi menekankan pada persaingan dan sikap tertutup, melainkan pada keterampilan untuk bekerja sama dalam menghadapi tantangan global, khususnya di era *Society 5.0*. Data dari PISA tahun 2015 pada aspek *collaborative problem solving* menunjukkan bahwa rata-rata global berada pada angka 500. Negara-negara seperti Singapura (561), Jepang (552), dan Korea Selatan (538) mencatatkan skor tertinggi, sementara negara berkembang seperti Brasil (412) dan Tunisia (382) memperoleh nilai yang jauh lebih rendah (OECD, 2017). Marzano (2009) menyatakan bahwa keterampilan untuk berkolaborasi merupakan salah satu unsur kunci dalam pembelajaran sepanjang hayat (*lifelong learning*). Namun, penelitian yang dilakukan oleh Hayat dan kolega (2019) mengungkapkan bahwa skor keterampilan *lifelong learning* peserta didik

hanya mencapai 2,89 dari skala maksimal 4,00. Skor tersebut menunjukkan bahwa keterampilan kolaboratif siswa masih tergolong rendah. Hal ini diperkuat oleh hasil observasi Riski dan rekan-rekan (2024), yang mencatat bahwa pada tahap pembelajaran pra-siklus, tingkat keterampilan kolaborasi peserta didik hanya sebesar 40%. Persentase ini menempatkan mereka dalam kategori “kurang kolaboratif,” yang berarti masih terdapat kebutuhan mendesak untuk meningkatkan keterampilan bekerja sama di antara siswa.

Keterampilan kolaboratif dapat berkembang secara optimal apabila seluruh anggota kelompok aktif berpartisipasi dalam kegiatan kerja sama (Redhana, 2019). Keterampilan ini juga memiliki hubungan yang erat dengan pencapaian hasil belajar siswa. Semakin tinggi keterampilan kolaborasi yang dimiliki, maka semakin besar pula kemungkinan siswa mencapai hasil belajar yang lebih baik. Penelitian yang dilakukan oleh Rachmawati (2014) menunjukkan bahwa pembelajaran yang dilaksanakan melalui pendekatan kolaboratif mampu meningkatkan prestasi belajar kognitif siswa secara signifikan, dari 34,38% menjadi 62,50%. Demikian pula temuan Situmeang (2018), yang mencatat peningkatan hasil belajar siswa dari 55% menjadi 81% setelah diterapkan model pembelajaran berbasis kerja sama.

Keterampilan untuk bekerja sama atau berkolaborasi sangat terkait dengan prestasi akademik peserta didik (Ilma et al., 2022). Harsanto (2007) menyatakan bahwa pembelajaran yang dilakukan melalui aktivitas kelompok dapat meningkatkan berbagai aspek penting dalam diri siswa, seperti keterampilan akademik, intensitas keterlibatan, keaktifan dalam proses belajar, kekompakan, kepercayaan diri, kerja sama tim, serta keterampilan hidup dasar. Selain berkontribusi terhadap peningkatan hasil belajar, keterampilan kolaborasi tidak hanya mengandalkan kerja sama semata, tetapi juga menekankan pentingnya sikap saling menghargai, berbagi praktik terbaik, serta keterlibatan aktif demi mencapai tujuan bersama (Boyras, 2021). Keterampilan ini juga berperan dalam membantu peserta didik mengendalikan ego dan emosi saat bekerja dalam tim, serta menjadi salah

satu faktor utama dalam keberhasilan berinteraksi secara sosial di tengah masyarakat (Sarifah & Nurita, 2023).

Pembelajaran biologi memiliki peran penting dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis serta mendorong kerja sama antar siswa. Proses pembelajaran ini menitikberatkan pada pengalaman langsung melalui penerapan dan pengembangan keterampilan proses ilmiah serta sikap ilmiah (Putu, 2013). Dalam biologi, pendekatan pembelajaran seringkali diarahkan pada penyelesaian masalah yang menuntut siswa untuk berpikir logis dan bekerja sama dalam menemukan solusi (Palennari, 2018). Salah satu topik biologi yang mendukung pengembangan keterampilan tersebut adalah materi tentang perubahan iklim.

Perubahan iklim, yang dikenal juga sebagai *climate change*, merupakan masalah global yang langsung memengaruhi kehidupan manusia. Penelitian yang dilakukan oleh *The Royal Society bersama US National Academy of Science* (Wolff et al., 2014) mengungkapkan bahwa dampak dari perubahan iklim sudah mulai terlihat sejak awal abad ke-20. Salah satu indikator utamanya adalah peningkatan suhu rata-rata global, yang tercatat naik sebesar 0,8°C atau sekitar 14°F. Oleh karena itu, penting bagi siswa untuk mempelajari topik ini sebagai bagian dari pendidikan biologi mereka.

Menurut laporan UNESCO dalam *Global Education Monitoring (GEM) Report* tahun 2016, target 4.7 menempatkan isu perubahan iklim sebagai bagian dari pendidikan untuk pembangunan berkelanjutan. Indikator yang dikembangkan pada target ini menekankan pentingnya pendidikan formal bagi anak-anak dan remaja sebagai fondasi dalam mencapai tujuan pembangunan jangka panjang (UNESCO, 2016). Boon (2016) menyatakan bahwa pendidikan bagi para pendidik memainkan peran penting dalam membekali generasi muda seperti siswa sekolah untuk terlibat dalam tindakan mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim. Namun demikian, studi besar di Amerika Serikat oleh Plutzer dan rekan-rekannya (2016) menemukan

bahwa banyak guru belum sepenuhnya memahami konsensus ilmiah mengenai penyebab utama perubahan iklim, yang menghambat penyampaian materi secara akurat di sekolah.

Dalam konteks pendidikan formal, pendidik memiliki peranan penting dalam menanamkan kesadaran dan kepedulian terhadap lingkungan. Penelitian yang dilakukan oleh Rahmah (2022) menunjukkan bahwa sebagian besar pendidik menyadari pentingnya memberikan pemahaman tentang hubungan antara aktivitas manusia dan dampaknya terhadap lingkungan, serta pentingnya upaya adaptasi dan mitigasi terhadap perubahan iklim. Studi oleh Carman dan kolega (2021) juga menyatakan bahwa pendidik dapat meningkatkan pengetahuan siswa mengenai perubahan iklim dengan mengaitkannya ke dalam konteks kehidupan sehari-hari, sehingga siswa merasa terdorong untuk turut berkontribusi dalam upaya mengurangi dampaknya. Kagawa (2007) mengungkapkan bahwa siswa cenderung lebih termotivasi untuk melakukan tindakan ramah lingkungan seperti daur ulang, menghemat air dan listrik, menggunakan transportasi umum, serta memilih produk organik, sehat, dan beretika yang semuanya merupakan bentuk perubahan gaya hidup sederhana namun berdampak positif.

Berdasarkan hasil observasi di SMA Negeri 1 Pringsewu, diketahui bahwa pendidik cenderung lebih sering memberikan tugas presentasi kepada peserta didik tanpa didahului atau diikuti dengan penjelasan yang memadai. Selain itu, kehadiran pendidik dalam kelas tergolong rendah, hanya sekitar 3 hingga 4 kali dalam satu semester, sehingga peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami materi pelajaran. Pembelajaran yang berlangsung selama ini masih bersifat teoritis dan terlalu bergantung pada buku teks, dengan fokus utama pada kegiatan menghafal dan mengingat informasi. Akibatnya, peserta didik menjadi kurang aktif dalam proses pembelajaran. Di sisi lain, pendidik belum mengintegrasikan indikator keterampilan berpikir kritis dalam pembelajaran. Pendekatan yang digunakan masih terbatas pada level C1 (pengetahuan) dan C2 (pemahaman) dalam taksonomi Bloom. Hal ini

diperkuat oleh hasil wawancara dan temuan nilai rata-rata peserta didik yang diperoleh selama observasi, di mana sebagian besar hanya mencapai skor antara 20 hingga 30.

Berdasarkan hasil wawancara dan angket yang dibagikan kepada peserta didik kelas XI.F9 di SMA Negeri 1 Pringsewu, ditemukan bahwa keterampilan kolaboratif belum terintegrasi secara efektif dalam kegiatan belajar mengajar. Sebagian besar peserta didik belum menunjukkan respons yang sesuai dalam situasi pembelajaran kolaboratif dan masih mengalami kesulitan dalam membuat keputusan, memecahkan masalah, serta menyampaikan pendapat selama proses belajar berlangsung. Sebagian besar peserta didik cenderung mengandalkan teman-teman yang lebih aktif, sedangkan mereka yang keterampilan berpikirnya masih terbatas seringkali memberikan jawaban yang salah dan alasan yang kurang masuk akal.

Temuan dari wawancara dengan peserta didik dan pendidik mengenai proses pembelajaran di sekolah tersebut juga menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran yang digunakan belum optimal. Pendidik belum sepenuhnya menerapkan strategi yang mendukung pengembangan keterampilan berpikir kritis dan keterampilan bekerja sama, khususnya dalam materi perubahan iklim. Walaupun model pembelajaran *discovery* telah dipilih untuk materi ini, terdapat ketidaksesuaian antara rencana pembelajaran dan pelaksanaannya di kelas. Beberapa langkah penting dari model tersebut belum dijalankan sebagaimana mestinya dan pembelajaran masih didominasi oleh metode ceramah. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran yang digunakan saat ini belum berjalan secara efektif.

Pemilihan model pembelajaran yang tepat memiliki peranan penting dalam menciptakan proses belajar yang efektif dan ideal. Orey (2010) menjelaskan bahwa model *Problem-Based Learning* (PBL) menekankan pembelajaran sebagai suatu proses yang melibatkan keterampilan memecahkan masalah serta berpikir kritis dalam konteks nyata. Penelitian yang dilakukan oleh Oon-

Seng Tan (2008) menunjukkan bahwa model PBL dapat membimbing peserta didik dalam menyelesaikan permasalahan kehidupan melalui proses eksplorasi, pembelajaran mandiri, dan berpikir secara kritis serta independen. Agnafia (2019) juga telah melakukan penelitian terkait penggunaan PBL dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis, dan hasilnya menunjukkan adanya peningkatan keterampilan tersebut pada peserta didik dengan kategori sedang setelah penerapan model PBL. Penelitian lain oleh Fitriyani dan rekan-rekannya (2019) mengungkapkan bahwa penerapan PBL turut berkontribusi pada peningkatan keterampilan kolaborasi peserta didik. PBL menyajikan sebuah pembelajaran yang difokuskan pada siswa dan melibatkan mereka secara aktif melalui pengalaman nyata pemecahan masalah yang terjadi di sekitar (Wiono dkk., 2024)

Menurut Zubaidah (2016), keterampilan berpikir kritis perlu diajarkan secara eksplisit di semua mata pelajaran, termasuk biologi, agar peserta didik mampu menggunakan pemikiran tingkat tinggi dalam menyusun argumen yang logis, mempertimbangkan berbagai kemungkinan, menarik kesimpulan, membuat keputusan yang tepat, dan memecahkan masalah. Melalui penerapan model ini, pembelajaran biologi dapat menumbuhkan sikap ilmiah pada peserta didik serta mendorong keterlibatan aktif mereka dalam upaya menjaga kelestarian lingkungan secara berkelanjutan (Wiono dkk., 2025). Hal ini bertujuan untuk mendorong peserta didik agar bekerja sama dalam membangun pengetahuan mereka sendiri (Tawfik, 2015).

Berdasarkan uraian sebelumnya, guna mengatasi rendahnya keterampilan berpikir kritis dan kolaboratif siswa dalam mata pelajaran biologi di SMAN 1 Pringsewu, peneliti berencana menggunakan model PBL. model ini diharapkan mampu mendorong peningkatan keterampilan berpikir kritis dan kerja sama peserta didik melalui kegiatan pemecahan masalah yang bersifat kontekstual dan melibatkan partisipasi aktif. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sejauh mana penerapan model PBL dapat berpengaruh

dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan keterampilan kolaborasi peserta didik pada materi perubahan iklim di fase E kelas X.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah

1. Apakah model *Problem-Based Learning* berpengaruh terhadap keterampilan berpikir kritis pada materi perubahan iklim peserta didik kelas X SMA Negeri 1 Pringsewu?
2. Apakah model *Problem-Based Learning* berpengaruh terhadap keterampilan kolaborasi pada materi perubahan iklim peserta didik kelas X SMA Negeri 1 Pringsewu?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, tujuan dari penelitian ini adalah

1. Mengetahui pengaruh model *Problem-Based Learning* terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi perubahan iklim kelas X SMA Negeri 1 Pringsewu.
2. Mengetahui pengaruh model *Problem-Based Learning* terhadap keterampilan kolaborasi peserta didik pada materi perubahan iklim kelas X SMA Negeri 1 Pringsewu.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan bisa bermanfaat bagi :

1. Bagi peneliti, penelitian ini diharapkan dapat memperkaya wawasan dan informasi terkait model pembelajaran biologi yang diterapkan oleh pendidik di sekolah, sehingga dapat menjadi bekal dalam mempersiapkan diri sebagai calon guru.
2. Bagi pendidik, hasil penelitian ini dapat dijadikan pertimbangan dalam memilih tipe pembelajaran yang tepat, sehingga penerapan model pembelajaran menjadi lebih efektif dan sesuai dengan kebutuhan siswa.

3. Bagi peserta didik, diharapkan mampu membantu meningkatkan keterampilan berpikir kritis, kerja sama dalam kelompok, serta menumbuhkan minat belajar, khususnya dalam mata pelajaran biologi.
4. Bagi sekolah, temuan dari penelitian ini diharapkan bisa berkontribusi dalam peningkatan kualitas pembelajaran IPA, khususnya melalui penerapan model *Problem-Based Learning* (PBL) pada topik perubahan iklim maupun materi lainnya.
5. Sebagai referensi untuk penelitian lanjutan oleh pihak-pihak yang berkepentingan di masa depan.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dalam penelitian ini, yaitu :

1. Model pembelajaran yang diterapkan dalam penelitian ini adalah *Problem-Based Learning* (PBL). Model ini memberikan berbagai situasi masalah yang nyata dan relevan kepada peserta didik, yang dapat dijadikan sebagai titik awal untuk melakukan eksplorasi dan penyelidikan lebih lanjut (Arends, 2012).
2. Keterampilan berpikir kritis yang dimaksudkan terdiri dari (1) Klarifikasi dasar; (2) Memberikan alasan untuk suatu keputusan; (3) Menyimpulkan; (4) Klarifikasi lebih lanjut; (5) Dugaan dan keterpaduan (Ennis, 2011).
3. Keterampilan kolaborasi yang dimaksudkan terdiri dari (1) Bekerja secara produktif ; (2) Tanggung jawab bersama (Greenstein, 2012).
4. Penelitian ini menggunakan topik perubahan iklim sebagai materi utama. Dalam proses pembelajaran, peserta didik diharapkan mampu menggunakan pemahaman ilmu pengetahuan alam (IPA) untuk menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan isu perubahan iklim. Materi ini disesuaikan dengan fase E dalam Kurikulum Merdeka untuk kelas X pada jenjang SMA atau yang setara.
5. Penelitian ini melibatkan peserta didik kelas X di SMA Negeri 1 Pringsewu sebagai subjek, yang mengikuti pembelajaran pada semester genap tahun ajaran 2024/2025.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Model *Problem-Based Learning*

Menurut Arends (2012), model pembelajaran *Problem-Based Learning* adalah model yang menempatkan siswa dalam situasi nyata yang penuh tantangan dan bermakna. Masalah-masalah tersebut disusun sebaik mungkin agar dapat digunakan oleh peserta didik selaku titik awal untuk melakukan eksplorasi dan penyelidikan mendalam. Dengan demikian, PBL mendorong peserta didik untuk mengasah keterampilan berpikir kritis serta keterampilan dalam menyelesaikan masalah. Sementara itu, Trianto (2010) menyatakan bahwa PBL adalah model yang dibangun berdasarkan pada banyaknya persoalan yang memerlukan penyelidikan secara nyata. Artinya, siswa dituntut untuk menemukan solusi konkret atas permasalahan yang juga bersifat konkret dalam kehidupan sehari-hari, sehingga mereka tidak hanya mempelajari teori saja, tetapi juga menerapkan pengetahuan tersebut dalam situasi yang lebih bermakna.

Riyanto (2009) pun sejalan dengan pandangan tersebut. Ia menekankan bahwa model PBL mampu mendorong mendorong siswa agar lebih proaktif dan mandiri dalam mengasah keterampilan berpikir serta keterampilan dalam menyelesaikan masalah. Dalam prosesnya, siswa diajak untuk mencari informasi yang relevan dan mengolahnya hingga memperoleh jawaban yang logis dan sesuai dengan kenyataan. Lebih lanjut, Arends (2012) juga menegaskan bahwa PBL bertujuan untuk menghadapkan siswa pada tantangan yang berkaitan dengan kehidupan nyata, sehingga proses pembelajaran tidak hanya berlangsung di ruang kelas, tetapi juga melatih keterampilan mereka dalam meneliti dan mencari solusi. Dalam versi yang lebih sederhana, Rhem (1998) menjelaskan bahwa *Problem-Based Learning* dimulai dengan pemberian suatu masalah kepada siswa. Dari sanalah proses

belajar berkembang, di mana masalah menjadi pemicu utama untuk menggali dan mengintegrasikan berbagai informasi baru yang diperlukan oleh siswa dalam kelompok mereka masing-masing.

Model PBL adalah suatu model pembelajaran yang dimulai dari pemaparan suatu permasalahan sebagai titik awal kegiatan belajar. Dalam model ini, pendidik berperan sebagai fasilitator yang juga melatih keterampilan metakognitif siswa, dan proses pembelajaran diakhiri dengan penyajian hasil kerja serta analisis yang dilakukan oleh peserta didik. Fokus utama dari PBL adalah pada proses berpikir siswa selama mereka terlibat dalam berbagai aktivitas pembelajaran, bukan hanya pada hasil akhirnya. Menurut Setiono dan rekan-rekannya (2012), model ini mampu meningkatkan kualitas pembelajaran serta keterampilan peserta didik dalam menjaga dan menerapkan pengetahuan yang telah mereka peroleh, karena PBL merangsang proses kognitif secara aktif. Dalam pelaksanaannya, pendidik memegang peran krusial dalam membantu peserta didik mengembangkan keterampilan berpikir kritis serta menyelesaikan masalah dengan metode yang sesuai. Karena itu, model PBL mengharuskan peserta didik untuk berpartisipasi secara aktif dalam proses belajar, termasuk dalam kegiatan berpikir, berdiskusi, dan menemukan solusi.

Menurut Arends (2012), model PBL memiliki karakteristik tersendiri yang membedakannya dari model pembelajaran lainnya, di antaranya adalah:

1. Pemunculan pertanyaan atau masalah

PBL dirancang dengan mengorganisasi proses pembelajaran berdasarkan suatu permasalahan yang memiliki relevansi sosial dan bernilai bagi peserta didik. Dalam model ini, siswa dihadapkan pada keadaan nyata yang dialami dalam kehidupan keseharian sehingga mereka didorong untuk menyusun pertanyaan-pertanyaan penting terkait isu tersebut. Melalui proses ini, siswa dapat mengembangkan berbagai kemungkinan solusi untuk menyelesaikan masalah yang ada.

2. Penyelidikan yang bersifat autentik

Dalam model PBL, siswa diwajibkan untuk melakukan penyelidikan yang otentik guna menemukan solusi terhadap masalah yang nyata. Tahapan ini meliputi proses mengidentifikasi dan merumuskan masalah, membuat hipotesis dan prediksi, mengumpulkan serta menganalisis data, melakukan eksperimen bila diperlukan, hingga menarik kesimpulan berdasarkan bukti yang diperoleh.

3. Menghasilkan produk yang dapat dipublikasikan

Ciri khas lain dari model PBL adalah peserta didik diharuskan menghasilkan sebuah karya nyata sebagai hasil dari proses pemecahan masalah. Produk tersebut dapat berupa laporan, presentasi, karya visual, atau bentuk lain yang menggambarkan solusi yang telah dikembangkan oleh siswa secara mendalam.

4. Kerja sama dalam kelompok

Model PBL menekankan peran penting kolaborasi antar peserta didik. Umumnya, siswa akan bekerja dalam pasangan atau kelompok kecil. Bentuk kerja sama ini bertujuan untuk membantu mereka dalam menyelesaikan tugas-tugas yang menantang serta mengembangkan keterampilan sosial dan komunikasi yang mendukung keberhasilan pembelajaran secara menyeluruh.

Model PBL yang diterapkan dalam proses belajar mendorong keterlibatan aktif peserta didik di setiap tahap pembelajaran. Pendekatan ini memberi kesempatan luas bagi siswa untuk bekerja dalam kelompok, memungkinkan mereka saling mendukung dalam memahami materi yang dipelajari. Melalui kegiatan diskusi kelompok, siswa juga diarahkan untuk saling berbagi ide dan pandangan. Aktivitas belajar menjadi lebih hidup karena siswa dibiasakan untuk menyelesaikan permasalahan secara mandiri, tanpa terlalu mengandalkan intervensi langsung dari pendidik. Dengan berfokus pada pemecahan masalah, siswa akan terdorong untuk menemukan solusi yang tepat dan relevan terhadap masalah yang sedang dihadapi. Menurut Arends (2012), model pembelajaran berbasis masalah (PBL) terdiri dari lima tahap

utama. Tahapan ini merupakan langkah-langkah praktis yang diterapkan selama proses pembelajaran menggunakan pendekatan PBL, seperti yang ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 1. Sintaks Model Pembelajaran PBL

FASE	KEGIATAN
Fase 1. Melakukan orientasi masalah kepada peserta didik	Pendidik mengulas tujuan pembelajaran, menjelaskan persyaratan logistik (bahan dan alat) yang penting, dan memotivasi peserta didik untuk terlibat dalam pemecahan masalah
Fase 2. Mengorganisasikan peserta didik untuk belajar	Pendidik membantu peserta didik untuk mendefinisikan dan mengorganisasikan tugas-tugas belajar yang terkait dengan masalah tersebut
Fase 3. Membantu investigasi mandiri dan kelompok	Pendidik mendorong peserta didik untuk mengumpulkan informasi yang sesuai, melakukan percobaan, dan menemukan penjelasan serta menemukan solusi.
Fase 4. Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	Pendidik membantu peserta didik dalam merencanakan dan menyiapkan karya yang sesuai seperti laporan, rekaman video, dan model- model, serta membantu mereka berbagi hasil karyanya dengan orang lain
Fase 5. Menganalisis dan mengevaluasi proses mengatasi masalah.	Pendidik membantu peserta didik untuk melakukan refleksi terhadap investigasinya dan proses- proses yang mereka gunakan.

(Arends, 2012)

Setiap model pembelajaran tentunya memiliki sisi positif dan negatif, termasuk model PBL. Berdasarkan pendapat Ramlawati dan rekan-rekannya (2017), terdapat beberapa keunggulan dari model pembelajaran PBL yang patut diperhatikan:

1. Model PBL lebih menitikberatkan pada pemahaman makna dari suatu materi daripada sekadar menghafal fakta, sehingga siswa dapat memahami konteks secara lebih mendalam.
2. Model ini turut berkontribusi dalam mengembangkan keterampilan siswa untuk belajar secara mandiri. Selama proses pembelajaran, siswa didorong untuk secara aktif mencari solusi atas permasalahan yang diberikan.

3. Dengan terlibat secara aktif dalam kegiatan belajar, peserta didik dapat membangun pemahaman yang lebih mendalam dan sekaligus meningkatkan keterampilan yang telah mereka kuasai sebelumnya.
4. Keterampilan interpersonal siswa juga turut berkembang karena dalam model ini mereka dituntut untuk berkomunikasi, berdiskusi, dan bekerja sama dengan teman sekelompok.
5. Motivasi belajar peserta didik pun meningkat, karena model PBL menghadirkan pengalaman belajar yang menyenangkan, menantang, dan fleksibel sesuai dengan minat serta gaya belajar masing-masing siswa.
6. Interaksi antar peserta didik menjadi lebih intens, dan hal ini sangat bermanfaat dalam mendukung perkembangan kognitif mereka, karena mereka saling bertukar informasi, ide, serta strategi pemecahan masalah.

Walaupun model pembelajaran PBL memiliki sejumlah keunggulan, Ramlawati dan rekan-rekan (2017) juga mengungkapkan bahwa model ini memiliki beberapa kelemahan yang perlu diperhatikan dalam penerapannya:

1. Hasil belajar siswa dalam model PBL sangat bergantung pada keberhasilan mereka dalam menemukan solusi terhadap masalah yang diberikan, sehingga jika pemecahan masalah tidak optimal, maka hasil belajar pun bisa kurang maksimal.
2. Model ini kurang ideal untuk kelas yang memiliki tingkat keberagaman tinggi, terutama dalam hal keterampilan atau karakter peserta didik. Kesulitan dalam pembagian tugas bisa muncul karena siswa harus bersedia menjalani berbagai peran yang terus berubah selama proses pembelajaran.
3. Penerapan model PBL memerlukan waktu yang cukup panjang, sehingga tidak selalu cocok untuk materi atau kurikulum yang terbatas oleh waktu.
4. Guru yang menggunakan model ini harus memiliki keterampilan untuk memberikan motivasi yang kuat kepada siswa agar mereka

tetap semangat dan terlibat aktif selama proses pembelajaran berlangsung.

5. Penyusunan masalah yang akan dijadikan bahan pembelajaran harus dilakukan dengan cermat agar selaras dengan tujuan pembelajaran. Jika tidak sesuai, maka proses pembelajaran bisa menjadi tidak efektif.

2.2 Berpikir Kritis

Berpikir sebagai bagian dari keterampilan mental dapat diklasifikasikan ke dalam berbagai jenis, seperti berpikir logis, analitis, sistematis, kritis, dan kreatif. Dari semua jenis tersebut, berpikir kritis dianggap sebagai salah satu bentuk berpikir tingkat tinggi (*higher order thinking*), karena melibatkan keterampilan untuk membandingkan beberapa informasi, menarik kesimpulan dengan pertimbangan yang matang, serta mengevaluasi hasil pemikiran secara jernih dan logis.

Ennis (2011) menjelaskan bahwa berpikir kritis adalah suatu proses berpikir secara logis dan berdasarkan pertimbangan, yang berfokus pada bagaimana seseorang mengambil keputusan atas apa yang harus dilakukan atau diyakini. Menurut Zhou, Huang, & Tian (2013), keterampilan berpikir kritis seharusnya menjadi bagian integral dari sistem pendidikan, bukan hanya sebuah tambahan atau pilihan. Dalam pandangan Zakiah & Lestari (2019), berpikir kritis merupakan keterampilan yang sangat penting untuk memecahkan masalah kompleks, mengenali keterkaitan antar informasi, menganalisis kemungkinan, membuat prediksi, dan mengambil keputusan yang rasional. Dengan keterampilan ini, peserta didik dapat belajar untuk berpikir lebih mendalam, menyelesaikan masalah secara efektif, serta mengembangkan daya nalar mereka.

Lebih lanjut, Ennis (2011) juga memaparkan bahwa berpikir kritis digunakan dalam proses dasar berpikir seperti menganalisis argumen, mengembangkan gagasan dari berbagai interpretasi, membentuk pola penalaran yang logis dan kohesif, serta menyadari asumsi dan potensi bias dalam suatu sudut pandang.

Selain itu, berpikir kritis juga diperlukan dalam menyiapkan presentasi yang kredibel, ringkas, dan persuasif. Johnson (2010) turut mendukung pandangan ini dengan menyatakan bahwa berpikir kritis merupakan proses mental yang sistematis dan terarah, yang diaplikasikan dalam kegiatan seperti pemecahan masalah, pengambilan keputusan, analisis asumsi, serta pelaksanaan penelitian ilmiah. Khusus dalam konteks pembelajaran biologi, keterampilan berpikir kritis menjadi sangat penting. Oleh karena itu, Santrock (2014) menekankan bahwa pendidik perlu mendorong siswa untuk memperluas pola pikir mereka, menciptakan ide-ide baru, serta terdorong untuk menyelami materi secara lebih mendalam demi menemukan solusi atas berbagai permasalahan yang dihadapi.

Menurut Ennis (2011), seseorang dikatakan telah melakukan berpikir kritis apabila mampu menunjukkan sejumlah keterampilan utama, yaitu: (1) memahami masalah yang dihadapi secara mendalam, (2) memberikan alasan atau argumen yang didukung oleh data dan fakta yang relevan, (3) menyusun kesimpulan yang logis dan tepat, (4) menemukan solusi yang sesuai dengan konteks masalah, (5) menjelaskan kesimpulan dengan jelas termasuk istilah yang digunakan dalam proses pemecahan masalah, serta (6) mengevaluasi kembali jawaban untuk memastikan keakuratannya. Oleh karena itu, berpikir kritis merupakan keterampilan penting yang harus dikembangkan dan dikuasai oleh peserta didik agar mampu berpikir secara efektif dan rasional.

Lebih lanjut, Ennis (2011) menyatakan bahwa berpikir kritis adalah suatu proses berpikir yang melibatkan penalaran dan refleksi, dengan fokus utama pada pengambilan keputusan yang tepat tentang apa yang sebaiknya diyakini atau dilakukan. Maka dari itu, dapat disimpulkan bahwa keterampilan berpikir merupakan bagian dari cara berpikir yang melibatkan proses kognitif secara mendalam. Dalam proses ini, pengetahuan diperoleh melalui langkah-langkah seperti pengujian hipotesis yang dilakukan secara sistematis, dan berakhir dengan penarikan kesimpulan yang logis dan valid.

Keterampilan berpikir kritis merupakan salah satu kompetensi penting yang seharusnya dimiliki oleh setiap peserta didik. Simbolon dan rekan-rekan

(2017) menjelaskan bahwa berpikir kritis melibatkan serangkaian proses kognitif, seperti pencarian data, analisis, sintesis, serta pengembangan konsep, yang semuanya bertujuan untuk menumbuhkan kreativitas, kesiapan dalam menghadapi tantangan, dan memperluas pola pikir. Meskipun demikian, keterampilan ini sering kali kurang berkembang pada siswa. Salah satu penyebabnya adalah kecenderungan untuk lebih fokus menghafal materi atau rumus daripada memahami arti dan konsep secara mendalam. Hal ini diperkuat oleh hasil studi awal yang dilakukan oleh Sianturi dan timnya (2018), yang menemukan bahwa keterampilan berpikir kritis siswa masih rendah karena dominasi metode hafalan dan minimnya latihan pemahaman yang mendalam. Di samping itu, keterlibatan aktif siswa dalam kegiatan belajar juga masih terbatas, sebagaimana terlihat dari rendahnya intensitas siswa dalam bertanya atau menyampaikan pandangan mereka. Kondisi tersebut mencerminkan bahwa sebagian besar peserta didik masih pasif dalam pembelajaran, hanya mendengarkan penjelasan guru tanpa melakukan proses evaluasi, analisis, atau refleksi terhadap informasi yang disampaikan. Oleh karena itu, untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kritis secara efektif, diperlukan penerapan model pembelajaran yang relevan dan tepat guna.

Salah satu model yang dinilai efektif untuk tujuan tersebut adalah model PBL. Penelitian yang dilakukan oleh Muslim dan timnya (2015) menyatakan bahwa penggunaan model PBL dalam pembelajaran mampu memberikan pengaruh positif terhadap pemahaman konsep serta peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Menurut Fatahullah (2016), berpikir kritis merupakan keterampilan dalam mengelola informasi, yang mencakup identifikasi masalah, memahami penyebab dari suatu peristiwa, menalar secara logis, mengevaluasi dampak yang ditimbulkan, merancang solusi, serta menarik kesimpulan yang relevan. Hal ini diperkuat oleh Anugraheni (2019), yang menyatakan bahwa berpikir kritis mencakup keterampilan untuk menganalisis, menghubungkan, dan menciptakan hubungan antara berbagai elemen dalam suatu persoalan atau situasi.

Berpikir kritis merupakan keteampilann yang sangat dibutuhkan seseorang untuk menghadapi berbagai masalah yang muncul dalam kehidupan pribadi maupun masyarakat (Nuryanti dkk., 2018). Menurut Nuryanti dkk (2018), Mereka yang memiliki pikiran kritis memiliki keterampilan untuk menganalisis dan mengevaluasi informasi yang mereka peroleh. Oleh karena itu, pikiran kritis dapat didefinisikan sebagai proses menganalisis, mengevaluasi, membuat solusi, dan mencapai kesimpulan tentang situasi atau masalah. Keterampilan berpikir kritis memiliki 5 indikator (Ennis, 2011), yaitu:

1. Klarifikasi Dasar (*Basic Clarification*), meliputi : (1) memfokuskan pertanyaan, (2) menganalisis argumen, (3) mengajukan dan Mengklarifikasi Pertanyaan.
2. Memberikan alasan untuk suatu keputusan (*The Bases for a decision*), meliputi (1) mempertimbangkan kredibilitas sumber (2) mengobservasi dan mempertimbangkan hasil observasi.
3. Menyimpulkan (*Inference*), meliputi (1) membuat deduksi dan mempertimbangkan hasil deduksi, (2) membuat induksi dan mempertimbangkan hasil induksi, dan (3) membuat serta mempertimbangkan nilai keputusan.
4. Klarifikasi lebih lanjut (*Advanced Clarification*), meliputi (1) mengidentifikasi istilah dan mempertimbangkan definisi, dan (2) mengidentifikasi asumsi.
5. Dugaan dan keterpaduan (*Supposition and integration*), meliputi mempertimbangkan dan memikirkan secara logis, premis, alasan, asumsi, posisi dan usulan lain.

2.3 Kolaborasi

Memasuki abad ke-21, sektor pendidikan mengalami transformasi signifikan yang didorong oleh kemajuan pesat dalam ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK). Perubahan ini membawa dampak terhadap cara pandang dalam proses pendidikan, yang tercermin melalui penyesuaian kurikulum, pemanfaatan media pembelajaran, serta penerapan teknologi modern (Rahayu

et al., 2022). Pendekatan pembelajaran yang semula menitikberatkan pada peran guru kini bergeser menuju model yang berfokus pada peserta didik. Dalam konteks ini, pendidik memegang peranan penting dalam membimbing siswa agar mampu belajar secara mandiri, aktif terlibat dalam pembelajaran, serta menjalin kerja sama dengan sesama. Selain itu, peserta didik dituntut untuk menguasai berbagai kompetensi penting di abad ke-21, termasuk salah satu yang utama, yaitu keterampilan untuk berkolaborasi (Rahmawati & Atmojo, 2021).

Kolaborasi dapat diartikan sebagai keterampilan individu untuk menjalin kerja sama yang produktif dengan orang lain dalam rangka mencapai sasaran bersama, yang di dalamnya mencakup komunikasi yang jelas, penghargaan terhadap keberagaman pendapat, pengambilan keputusan secara kolektif, serta kesadaran akan tanggung jawab terhadap peran masing-masing dan hasil kerja kelompok (Greenstein, 2012). Keterampilan kolaborasi sangat penting untuk mencapai kesepakatan bersama, membangun kerja sama, dan menghargai perbedaan dalam tim. Dalam konteks pembelajaran biologi, keterampilan ini dirancang untuk membantu siswa belajar bersaing secara sehat melalui kerja kelompok. Kerja sama yang baik dalam kelompok akan memberikan dampak positif terhadap daya saing peserta didik. Ketika beberapa peserta didik aktif terlibat dalam aktivitas kelompok, keterampilan kolaboratif mereka cenderung berkembang dengan lebih optimal (Redhana, 2019).

Greenstein (2012) menyatakan bahwa kolaborasi terbentuk melalui keterampilan komunikasi yang efektif dalam interaksi sosial. Namun, kolaborasi bukan sekadar bekerja bersama. Kolaborasi mencakup proses merencanakan dan bekerja secara kolektif, memahami berbagai pandangan, serta ikut serta dalam diskusi melalui kontribusi aktif, keterampilan mendengarkan, dan memberi dukungan. Kolaborasi terjadi saat kelompok mampu menghasilkan sesuatu yang lebih baik dibandingkan jika setiap anggota bekerja secara terpisah. Hal ini mencerminkan pengakuan dan

penghargaan terhadap kontribusi individu dalam meningkatkan hasil kerja tim. Penelitian oleh Cakir, Zemel, dan Stahl (2009) menunjukkan bahwa agar kolaborasi dalam diskusi kelompok berjalan efektif seperti saat membahas pola dalam matematika peserta harus mengatur aktivitasnya dengan cara yang konsisten antara ucapan, tulisan, dan tindakan mereka. Dengan kata lain, penerapan keterampilan abad ke-21 berkaitan erat dengan keterampilan dalam mengolah informasi melalui komunikasi lisan, tulisan, dan perilaku nyata.

Indikator keterampilan kolaborasi menurut Greenstein (2012) terdiri dari 2 yaitu :

1. Bekerja secara produktif, meliputi : (1) mampu merencanakan dan membagi tugas dalam kelompok secara efisien, (2) berkontribusi aktif terhadap pencapaian tujuan bersama, (3) Menggunakan waktu dan sumber daya kelompok secara efektif, (4) Menyelesaikan tugas sesuai peran yang disepakati.
2. Tanggung jawab bersama, meliputi : (1) mengambil peran aktif dalam memastikan keberhasilan kelompok secara keseluruhan, (2) memantau dan membantu kemajuan kerja anggota lain bila diperlukan, (3) menyadari bahwa hasil akhir merupakan tanggung jawab bersama, bukan individu, (4) memberikan umpan balik konstruktif untuk meningkatkan kinerja tim.

Melalui berbagai aktivitas pembelajaran, pendidik memiliki peran dalam mendukung peserta didik untuk mengembangkan keterampilan kolaborasi. Kegiatan-kegiatan ini memberi kesempatan kepada siswa untuk berinteraksi dalam kelompok, berdiskusi untuk menyelesaikan suatu masalah, serta melatih kebiasaan saling membantu di antara anggota kelompok. Menurut Widodo dan rekan-rekan (2019), secerdas apa pun seorang siswa, jika tidak mampu bekerja sama dengan baik, maka akan sulit baginya untuk menyampaikan ide-ide kepada anggota kelompoknya, dan hal ini bisa menghambat kerja sama yang efektif. Oleh karena itu, diperlukan model pembelajaran yang efektif dalam meningkatkan keterampilan kolaborasi

peserta didik. Salah satu model yang dapat digunakan adalah PBL, di mana siswa belajar secara kelompok untuk menyelesaikan masalah yang telah disiapkan oleh pendidik, sehingga keterampilan kerja sama mereka dapat berkembang dengan baik.

2.4 Ruang Lingkup Materi Perubahan Iklim

Penelitian ini mengacu pada capaian pembelajaran yang ditetapkan dalam Kurikulum Merdeka untuk akhir semester genap kelas X jenjang SMA. Pada akhir Fase E, peserta didik diharapkan telah menguasai sejumlah kompetensi, seperti pemahaman tentang sistem pengukuran, energi alternatif, ekosistem, bioteknologi, keanekaragaman hayati, struktur atom, reaksi kimia, hukum-hukum dasar kimia, serta isu perubahan iklim. Kompetensi tersebut bertujuan membekali siswa agar mampu merespons secara aktif dan berkontribusi dalam penyelesaian berbagai permasalahan baik di tingkat lokal maupun global. Seluruh pembelajaran ini diarahkan untuk mendukung pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (*Sustainable Development Goals/SDGs*). Adapun ruang lingkup materi perubahan iklim dalam Fase E dijabarkan sebagai berikut.

Tabel 2. Capaian Pembelajaran

Capaian Pembelajaran Fase E
Pada akhir Fase E, peserta didik memiliki keterampilan untuk memahami sistem pengukuran, energi alternatif, ekosistem, bioteknologi, keanekaragaman hayati, struktur atom, reaksi kimia, hukum-hukum dasar kimia, dan <i>perubahan iklim</i> 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 (<i>Sustainable Development Goals/SDGs</i>).
Capaian Pembelajaran
Peserta didik menerapkan pemahaman IPA untuk mengatasi permasalahan berkaitan dengan perubahan iklim.

Adapun keluasan dan kedalaman materi perubahan iklim pada Fase E yang dipelajari di tingkat SMA/MA kelas X, sebagai berikut :

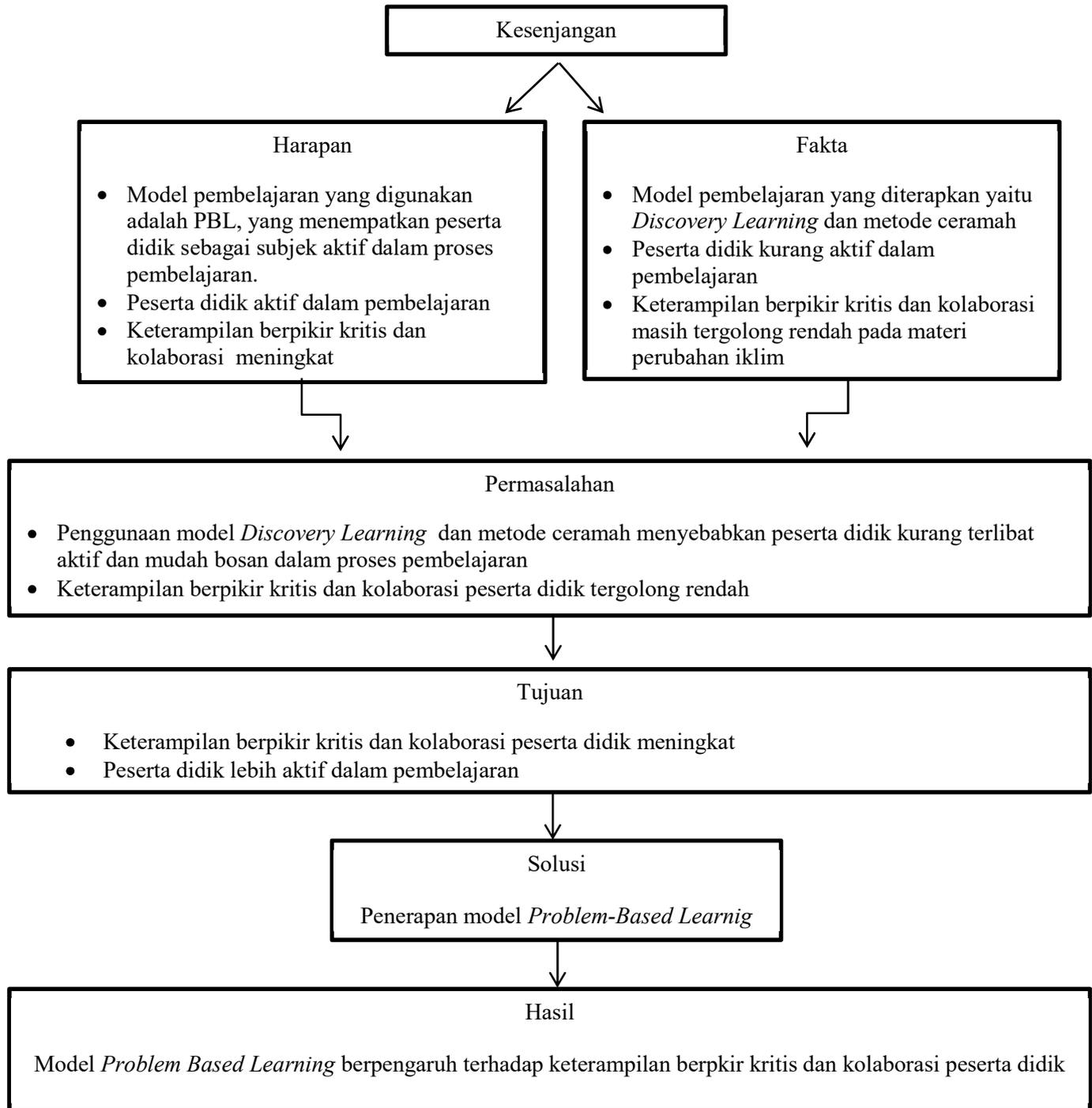
Tabel 3. Keluasan dan Kedalaman Materi

Keluasan	Kedalaman
Perubahan iklim	Contoh peristiwa perubahan iklim : a. Musim kemarau yang berkepanjangan b. Curah hujan ekstrem c. Naiknya suhu lautan dan tinggi muka laut d. Mencairnya es di kutub utara e. Pemanasan global
Penyebab perubahan iklim	a. Faktor Alam 1) Efek Rumah Kaca 2) Deforestasi dalam skala besar 3) Pembakaran bahan bakar fosil 4) Pertanian dan peternakan 5) Limbah dan polusi industri
Dampak Perubahan Iklim	a. Mengalami peningkatan dan penurunan curah hujan b. Meningkatnya risiko kekeringan pada musim kemarau c. Pola cuaca yang tidak stabil dan perubahan suhu memengaruhi hasil pertanian d. mempengaruhi ekosistem hutan
Solusi perubahan iklim	a. Penggunaan Energi Ramah Lingkungan b. Mengurangi Penggunaan Energi c. Menanam pohon dan dukung upaya pelestarian hutan d. Pendidikan Lingkungan Hidup
Elemen	Capaian Pembelajaran
Mengamati, mempertanyakan dan memprediksi, merencanakan dan melakukan penyelidikan, memproses, menganalisis data dan informasi, mengevaluasi dan refleksi, mengomunikasikan hasil.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mampu memilih alat bantu yang tepat untuk melakukan pengukuran dan pengamatan. Memperhatikan detail yang relevan dari objek yang diamati. 2. Mempertanyakan dan memprediksi Mengidentifikasi pertanyaan dan permasalahan yang dapat diselidiki secara ilmiah. Peserta didik menghubungkan pengetahuan yang telah dimiliki dengan pengetahuan baru untuk membuat prediksi. 3. Merencanakan dan melakukan penyelidikan Peserta didik merencanakan penyelidikan ilmiah dan melakukan langkah-langkah operasional berdasarkan referensi yang benar untuk menjawab pertanyaan. Peserta didik melakukan pengukuran atau membandingkan variabel terikat dengan menggunakan alat yang sesuai serta memperhatikan kaidah ilmiah. 4. Memproses, menganalisis data dan informasi. Menafsirkan informasi yang didapatkan dengan jujur dan bertanggung jawab. Menganalisis menggunakan alat dan metode yang tepat, menilai relevansi informasi yang ditemukan dengan mencantumkan referensi rujukan, serta menyimpulkan hasil penyelidikan. 5. Mengevaluasi dan refleksi Mengevaluasi kesimpulan melalui Mengevaluasi kesimpulan melalui perbandingan dengan teori yang ada. Menunjukkan kelebihan dan kekurangan proses penyelidikan dan efeknya pada data. Menunjukkan permasalahan pada metodologi dan mengusulkan saran perbaikan untuk proses penyelidikan selanjutnya 6. Mengomunikasikan hasil Mengomunikasikan hasil penyelidikan secara utuh termasuk di dalamnya pertimbangan keamanan, lingkungan, dan etika yang

ditunjang dengan argumen, bahasa serta konvensi sains yang sesuai konteks penyelidikan. Menunjukkan pola berpikir sistematis sesuai format yang ditentukan.

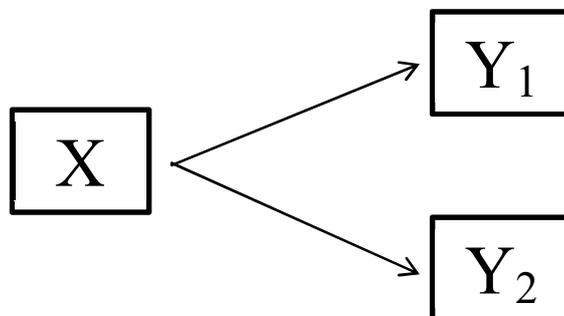
2.5 Kerangka Berpikir

Agar proses pembelajaran berlangsung secara optimal, penyusunan kegiatan belajar perlu disesuaikan dengan fase perkembangan dan tujuan pembelajaran yang ditetapkan. Pemilihan model pembelajaran yang sesuai juga diyakini mampu membantu meningkatkan capaian kognitif peserta didik. Namun demikian, hasil pengamatan di SMAN 1 Pringsewu mengindikasikan bahwa keterampilan berpikir kritis dan keterampilan kolaboratif siswa pada materi perubahan iklim masih tergolong rendah. Temuan ini diperoleh dari skor angket observasi yang rendah pada siswa kelas XI yang telah menerima materi tersebut.



Gambar 1. Kerangka Berpikir

Adapun hubungan antar variabel dalam penelitian ini digambarkan pada bagan sebagai berikut :



Gambar 2. Hubungan antar Variabel dalam Penelitian

Keterangan:

X : Model pembelajaran *Problem-Based Learning*

Y₁ : Keterampilan berpikir kritis meningkat

Y₂ : Keterampilan kolaborasi meningkat

2.6 Hipotesis

Berdasarkan landasan teori dan kerangka berpikir maka hipotesis dalam penelitian ini adalah:

1. H₀: Model *Problem-Based Learning* tidak berpengaruh signifikan dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik kelas X pada materi perubahan iklim SMA Negeri 1 Pringsewu.

H₁: Model *Problem-Based Learning* berpengaruh signifikan dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik kelas X pada materi perubahan iklim SMA Negeri 1 Pringsewu.

2. Model *Problem-Based Learning* berpengaruh dalam meningkatkan keterampilan kolaborasi peserta didik kelas x pada materi perubahan iklim SMA Negeri 1 Pringsewu.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Pelaksanaan penelitian berlangsung pada semester genap tahun ajaran 2024/2025 di SMAN 1 Pringsewu, yang berlokasi di Jalan Olahraga No. 1, Kabupaten Pringsewu, Provinsi Lampung.

3.2 Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi dalam penelitian ini diartikan sebagai kelompok yang terdiri dari subjek atau objek dengan karakteristik tertentu yang telah ditentukan oleh peneliti untuk dianalisis atau dipelajari (Sugiyono, 2018). Dalam penelitian ini, populasi yang menjadi fokus adalah seluruh peserta didik kelas X di SMAN 1 Pringsewu pada semester genap tahun ajaran 2024/2025, yang terbagi ke dalam 10 kelas. Teknik pemilihan sampel yang digunakan adalah *purposive sampling*, yaitu metode pengambilan sampel berdasarkan pertimbangan khusus (Sugiyono, 2012). Dengan teknik ini, sampel dipilih berdasarkan karakteristik tertentu yang dianggap relevan dengan ciri-ciri populasi yang sedang diteliti. Dalam penelitian ini, subjek yang dipilih adalah kelas X.E1 sebagai kelas eksperimen yang diberikan perlakuan menggunakan model *Problem-Based Learning* dan kelas X.E2 sebagai kelas kontrol yang diterapkan dengan model *Discovery Learning*. Pemilihan kedua kelas tersebut didasarkan pada pertimbangan bahwa guru yang mengajar di kedua kelas tersebut adalah orang yang sama.

3.3 Prosedur Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen semu (*quasi-experimental*) dengan desain *non-equivalent control group design*. Desain ini memungkinkan peneliti untuk memberikan perlakuan eksperimental pada kelompok eksperimen, sementara kelompok kontrol tidak menerima

perlakuan tersebut. Proses penelitian dimulai dengan pemilihan kelompok, kemudian peneliti memberikan perlakuan eksperimen (model PBL) pada satu kelompok, sementara kelompok kontrol menggunakan model *Discovery Learning*. Setelah perlakuan diterapkan, kedua kelompok diberikan *post-test* dengan soal yang serupa dengan *pre-test* yang telah dilakukan sebelumnya. Kedua kelompok ini diberikan *pre-test* sebelum perlakuan dan *post-test* setelah perlakuan, kemudian hasilnya dibandingkan. Untuk mengukur keterampilan kolaborasi, peneliti melakukan pengamatan dengan angket observasi pada kedua kelas, yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Langkah-langkah dalam eksperimen semu ini dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. Desain Penelitian *Non-Equivalent Control Group Design*

Kelas	<i>Pre-Test</i>	Perlakuan	<i>Post-Test</i>
E	Y_1	X_1	Y_2
C	Y_1	X_2	Y_2

(Sugiyono, 2019)

Keterangan:

E : Perlakuan pada kelas eksperimen menggunakan model PBL

C : Perlakuan pada kelas kontrol menggunakan model *Discovery Learning*

X_1 : Model *Problem-Based Learning*

X_2 : Model *Discovery Learning*

Y_1 : Skor *pre-test*

Y_2 : Skor *post-test*

3.4 Jenis dan Teknik Pengumpulan Data

Prosedur pada penelitian ini dilakukan dengan tiga tahapan yaitu:

1. Tahap persiapan
 - a. Melakukan observasi untuk mengidentifikasi masalah yang ada di sekolah.
 - b. Menentukan sampel yang akan digunakan, yakni kelas eksperimen dan kelas kontrol.

- c. Menyusun perangkat pembelajaran yang terdiri dari alur tujuan pembelajaran (ATP), modul ajar, lembar kerja peserta didik dan (LKPD).
- d. Mempersiapkan instrumen yang digunakan untuk penelitian ini, berupa lembar soal *pre-test*, *post-test* serta rubriknya untuk keterampilan berpikir kritis, lembar angket observasi keterampilan kolaborasi serta rubriknya dan lembar angket observasi keterlaksanaan pembelajaran dengan model PBL

2. Tahap pelaksanaan

- a. Melakukan *pre-test* pada kelas eksperimen dan kelas kontrol sebelum memulai pembelajaran.
- b. Menerapkan model pembelajaran PBL di kelas eksperimen, sementara kelas kontrol mengikuti proses pembelajaran dengan model *Discovery Learning*.
- c. Melakukan *post-test* pada kedua kelas setelah proses pembelajaran selesai..

3. Tahap Akhir

- a. Menganalisis data dari *pre-test* dan *post-test* pada kelas eksperimen dan kontrol untuk melihat perbedaan pengaruh antara penerapan model PBL dan model pembelajaran *Discovery Learning*.
- b. Menarik kesimpulan berdasarkan hasil analisis data yang diperoleh.

3.5 Uji Instrumen Penelitian

A. Uji Ahli

Uji ahli pada soal esai adalah langkah penting dalam validasi instrumen penilaian pendidikan. Proses ini melibatkan penilaian dari pakar untuk mengevaluasi kualitas, relevansi, dan pengaruh soal esai. Dalam validasi, satu validator (dosen ahli pendidikan) menilai aspek materi, konstruksi soal, bahasa, dan berpikir kritis dengan skor 1-4, serta memberikan saran

perbaikan. Proses ini membantu mengidentifikasi dan memperbaiki kelemahan soal, sehingga meningkatkan validitas dan reliabilitas instrumen penilaian. Pemilihan dosen pendidikan biologi unila sebagai ahli dalam uji ahli soal essay penelitian ini memanfaatkan keahlian akademis dan pengalaman pedagogis mereka untuk mengevaluasi kualitas, relevansi, dan pengaruh soal, sehingga memastikan instrumen penilaian yang valid dan selaras dengan tujuan pembelajaran. Penilaian validitas instrumen penelitian berpikir kritis memakai rumusan skala *Likert* dengan kategori yang terdapat pada tabel 5.

Tabel 5. 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

(Sugiono, 2017)

Data hasil validasi 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 berpikir kritis menggunakan kriteria interpretasi hasil validasi yang terdapat di Tabel 6.

Tabel 6. Kriteria Interpretasi Hasil Penelitian 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

(Arikunto, 2006)

Berdasarkan hasil uji validitas soal menunjukkan 5 butir soal valid untuk digunakan sebagai instrumen penelitian. Hasil uji validasi dapat dilihat pada tabel 7 berikut.

Tabel 7. Hasil Uji Ahli Validitas Instrumen

Nomor Soal	Skor Validitas	Kategori
1	4	Sangat Valid
2	3,6	Sangat Valid
3	4	Sangat Valid
4	3,75	Sangat Valid
5	4	Sangat Valid

Bukti soal yang terbukti valid mewakili tiap indikator keterampilan berpikir kritis. Pada butir soal nomor 1 mewakili indikator klarifikasi dasar (*basic clarification*), butir soal nomor 2 mewakili indikator memberikan alasan untuk suatu keputusan (*the bases for decision*), butir soal nomor 3 mewakili indikator menyimpulkan (*inference*), butir soal nomor 4 mewakili indikator klarifikasi lebih lanjut (*advanced clarification*) dan butir soal nomor 5 mewakili indikator dugaan dan keterpaduan (*supposition and integration*).

B. Jenis Data

Penelitian ini menggunakan data kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif mencakup hasil pre-test dan post-test yang mengukur keterampilan berpikir kritis peserta didik untuk menilai pemahaman mereka mengenai materi perubahan iklim. Sementara itu, data kualitatif diperoleh melalui lembar observasi yang digunakan untuk menilai keterampilan kolaborasi peserta didik.

C. Data Berpikir Kritis

Data berupa nilai *pre-test* yang diambil pada awal pembelajaran dan nilai *posttest* pada pertemuan akhir pembelajaran. Nilai *pre-test* diambil sebelum pembelajaran, sedangkan nilai *post-test* diambil setelah pembelajaran baik pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol. Soal yang diberikan terdiri dari lima soal esai, dengan setiap pertanyaan disusun berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan oleh Ennis (2011). Untuk menganalisis perbandingan antara nilai *pre-test*, *post-test*, dan *N-gain* pada kelas eksperimen dan kontrol, dilakukan perhitungan rata-rata nilai *pre-test*, *post-test*, dan *N-Gain* untuk masing-masing kelas.

Perhitungan rata-rata nilai akhir hasil belajar menggunakan rumus :

$$\text{Rata-rata nilai } pre\text{-test} \text{ peserta didik} = \frac{\sum \text{nilai } pretest}{\sum \text{Peserta didik}} \times 100$$

$$\text{Rata-rata nilai } post\text{-test} \text{ peserta didik} = \frac{\sum \text{nilai } posttest}{\sum \text{Peserta didik}} \times 100$$

$$\text{Rata-rata } N\text{-Gain} \text{ peserta didik} = \frac{pretest - posttest}{100 - pretest}$$

D. Data Kolaborasi

Keterampilan kolaborasi peserta didik dievaluasi menggunakan lembar observasi yang dinilai oleh Devina Novalia Putri sebagai pengamat selama proses pembelajaran. Aspek yang diamati mengikuti kriteria dalam rubrik keterampilan kolaborasi menurut Greenstein (2012), yang mencakup kategori teladan (skor 4), ahli (skor 3), dasar (skor 2), dan pemula (skor 1). Rata-rata skor keterampilan kolaborasi dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n} \times 100$$

Keterangan :

\bar{X} : Rata-rata skor keterampilan kolaborasi peserta didik

$\sum Xi$: Jumlah skor yang diperoleh

N : Jumlah maksimum

(Sudjana, 2010)

3. 6 Teknik Analisis Data

A. Keterampilan Berpikir Kritis

Keterampilan berpikir kritis diukur melalui *pre-test* dan *post-test*, yang dihitung dengan rumus berikut. *N-gain* merupakan selisih antara nilai *pre-test* dan *post-test*. Rata-rata *N-gain* digunakan untuk menilai peningkatan dalam aspek keterampilan berpikir sistematis. Untuk menghitung *N-gain*, rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$N - Gain = \frac{\text{Nilai post test (\%)} - \text{nilai pre test (\%)}}{100 - \text{nilai pre test}}$$

Kategori tinggi atau rendahnya nilai *N-gain* dalam penelitian ini ditentukan berdasarkan tabel kriteria berikut:

Tabel 8. Kriteria *N-gain* (g)

<i>N-Gain</i>	Kriteria
$N-g > 0,7$	Tinggi
$0,3 < N-g \leq 0,7$	Sedang
$N-g \leq 0,3$	Rendah

(Hake, 2002)

Nilai *N-gain* dari kelas kontrol dan eksperimen dianalisis dengan menggunakan Uji T. Sebelum pelaksanaan Uji T, dilakukan terlebih dahulu uji normalitas dan uji homogenitas sebagai syarat yang harus dipenuhi. Adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

1. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk memastikan bahwa sampel dalam penelitian memiliki distribusi data yang normal. Pemenuhan syarat normalitas ini penting agar perhitungan uji hipotesis dapat dilakukan dengan tepat. Data yang diuji mencakup data dari kelas eksperimen dan kelas kontrol. Dalam penelitian ini, uji normalitas menggunakan *One Sample Kolmogorov-Smirnov Test* dengan tingkat signifikansi 0,05. Apabila nilai signifikansi lebih besar dari 0,05, maka data dinyatakan berdistribusi normal.

1) Hipotesis

H_0 = Data berdistribusi normal

H_1 = Data berdistribusi tidak normal

2) Kriteria uji

Terima H_0 jika $D_{hitung} < D_{tabel}$, sebaliknya jika

$D_{hitung} > D_{tabel}$ maka H_0 ditolak (Arikunto, 2006).

1. Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan untuk menentukan apakah variasi data populasi bersifat homogen atau tidak. Dalam penelitian ini, uji homogenitas menggunakan *Levene's Test for Equality of Variances* dengan taraf signifikansi 5% atau $\alpha = 0.05$.

1) Hipotesis

H_0 = Data varians homogen

H_1 = Data varians tidak homogen

2) Kriteria uji

Terima H_0 jika $F_{hitung} < F_{tabel}$ dan jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka H_0 ditolak (Arikunto, 2006).

2. Uji Hipotesis

Uji hipotesis yang digunakan untuk menguji keterampilan berpikir kritis dalam penelitian ini adalah *Independent Sample T-Test* (Uji T). Uji ini bertujuan untuk menentukan apakah terdapat perbedaan signifikan antara rata-rata dua kelompok. *Independent Sample T-Test* digunakan untuk mengetahui perbedaan rata-rata antara dua populasi dengan tingkat signifikansi tertentu. Jika nilai signifikansi (*sig*) lebih besar dari 0,05, maka hipotesis nol (H_0) diterima dan hipotesis alternatif (H_1) ditolak. Sebaliknya, jika nilai *sig* kurang dari 0,05, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. (Triton, 2006).

1) Hipotesis

H_0 = tidak ada pengaruh yang signifikan antara implementasi model PBL terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik.

H_1 = terdapat pengaruh yang signifikan antara implementasi model PBL terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik.

2) Kriteria Uji

Jika $-T_{tabel} < Thitung < T_{tabel}$, maka H_0 diterima

Jika $Thitung > -T_{tabel}$ atau $Thitung > T_{tabel}$, maka H_0 ditolak

(Pratisto Arif, 2004)

B. Keterampilan Kolaborasi

Data keterampilan kolaborasi peserta didik diambil dari observasi selama proses pembelajaran berlangsung. Data tersebut dianalisis dengan kriteria penilaian kolaborasi peserta didik menurut Greenstein (2012). Kriteria penskoran keterampilan kolaborasi dijabarkan sebagai berikut.

Tabel 9. Kriteria Penskoran Keterampilan Kolaborasi Peserta Didik

Presentase	Kriteria
81-100	Sangat Baik
61-80	Baik
41-60	Cukup Baik
21-40	Kurang Baik
0-20	Sangat Kurang Baik

C. Uji Pengaruh (*Effect Size*)

Analisis data yang digunakan untuk mengukur dampak model PBL terhadap keterampilan berpikir kritis dan kolaborasi dilakukan dengan menghitung *effect size*. *Effect size* adalah ukuran yang menggambarkan seberapa besar perbedaan pengaruh antara satu variabel dengan variabel lainnya. Biasanya, variabel yang terlibat adalah variabel independen dan dependen (Hidayati dkk., 2021). Untuk menghitung *effect size*, digunakan rumus *Cohen's* seperti yang dijelaskan oleh Thalheimer & Cook (2002).

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

Keterangan :

d : nilai *effect size*

\bar{x}_c : nilai rata-rata kelas kontrol

\bar{x} : nilai rata-rata perlakuan S_{pooled} : standar deviasi gabungan

Pedoman interpretasi terhadap nilai *effect size* dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 10. Interpretasi Nilai *Effect size Cohen's*

Nilai d	Kategori
< 0,2	Rendah
0,2 – 0,8	Sedang
> 0,8	Tinggi

(Cohen's, 2011)

D. Data Angket Tanggapan Peserta Didik Terhadap Model PBL

Angket yang digunakan untuk mengukur tanggapan peserta didik terhadap pembelajaran mencakup beberapa indikator yang dirancang untuk menjadi fokus observasi sesuai dengan sintaks pembelajaran. Penilaian angket ini menggunakan skala Likert dengan lima pilihan jawaban dari peserta didik, dengan penilaian sebagai berikut: sangat setuju (SS) mendapat skor 4, setuju (S) mendapat skor 3, tidak setuju (TS) mendapat skor 2, dan sangat tidak setuju (STS) mendapat skor 1 (Hafidhah, 2020). Kriteria tanggapan peserta didik dijelaskan dalam tabel berikut.

$$Nilai = \frac{\sum Skor}{Skor Maksimal} \times 100\%$$

Tabel 11. Kriteria Nilai Tanggapan Peserta Didik Terhadap Model PBL

No	Persentase (%)	Kriteria
1	80,1% - 100%	Sangat Tinggi
2	60,1% - 80,0%	Tinggi
3	40,1% - 60,0%	Sedang
4	20,1% - 40,0%	Rendah
5	0,0% - 20,0%	Sangat Rendah

(Sunyono, 2016)

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

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

1. Model *Problem-Based Learning* berpengaruh signifikan terhadap keterampilan berpikir kritis dan berpengaruh terhadap keterampilan kolaborasi peserta didik kelas x pada materi perubahan iklim SMA Negeri 1 Pringsewu.

5.2 Saran

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

1. Dalam sintaks kegiatan mengembangkan dan menyajikan hasil karya pada LKPD, disarankan agar peneliti menambahkan instruksi pembagian peran atau tugas selama tahap *brainstorming* dan *brainwriting*. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa kontribusi masing-masing peserta didik dalam proses kolaboratif dapat teridentifikasi secara lebih nyata selama pembelajaran berlangsung.
2. Selama berlangsungnya proses kolaborasi antar peserta didik, peneliti sebaiknya melakukan dokumentasi terhadap aktivitas yang terjadi. Dokumentasi ini penting sebagai bahan analisis untuk mengevaluasi sejauh mana kolaborasi benar-benar terjadi dan bagaimana dinamika kerja sama terbentuk dalam kelompok.
3. Karya akhir yang dihasilkan oleh peserta didik di kelas eksperimen cenderung seragam, sehingga dianjurkan agar setiap kelompok dapat menghasilkan karya yang lebih beragam. Dengan begitu, kreativitas dan orisinalitas dari masing-masing kelompok akan lebih tampak dan memberikan nilai tambah dalam pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulsyani. (2007). *Sosiologi Skematika, Teori dan Terapan*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Afani, A. D., Wahyuningtias, A. S., Pramudhita, E. N., & Dayu, D. P. K. (2022). Pengaruh Strategi Pembelajaran Problem-Based Learning Terhadap Karakter Tanggung Jawab Siswa Sekolah Dasar Di Era Digital. *In Prosiding Seminar Nasional Bahasa, Sastra, Seni, dan Pendidikan Dasar (SENSASEDA)*, 2(1), 88-93).
- Affandy, H., Aminah, N., S., & Supriyanto, A. (2019). Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Fluida Dinamis di SMA Batik 2 Surakarta. *Jurnal Materi Dan Pembelajaran Fisika (JMPF)*, 9(1), 25–33.
- Agnafia, D. N. (2019). Analisis keterampilan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran biologi. *Florea: Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 6(1), 45-53.
- Aizikovitsh-Udi, E., & Cheng, D. (2015). *Developing critical thinking skills from dispositions to abilities: mathematics education from early childhood to high school*. *Creative Education*, 6(04), 455.
- Alfiah, S., & Dwikoranto, D. (2022). Penerapan model problem based learning berbantuan laboratorium virtual PhET untuk meningkatkan HOTS siswa SMA. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 13(1), 9-18.
- Al-Fikry, I., Yusrizal, Y., & Syukri, M. (2018). Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Kalor. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 6(1), 17-23.
- Anugraheni, I. (2019). Analisis keterampilan berpikir kritis mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan bilangan bulat berbasis media realistik. *Scholaria: Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 9(3), 276-283.
- Anugerahwati, M. (2019). *Integrating the 6cs of the 21st century education into the english lesson and the school literacy movement in secondary schools*. *KnE Social Sciences*, 165-171.
- Ardianti, R., Sujarwanto, E., & Surahman, E. (2021). Problem-based Learning: Apa dan Bagaimana. *DIFFRACTION: Journal for Physics Education and Applied Physics*, 3(1), 27-35.

- Arends, R. (2012). *Learning to Teach*. 9th edition. New York : McGraw-Hill.
- Arikunto, S. (2006). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta : Rineka Cipta.
- Auliya, N., & Hariyono, E. (2024). Peningkatan Berpikir Kritis Peserta Didik Dengan Penerapan Model Pbl Berbasis Esd Pada Materi Perubahan Iklim. *Jurnal Pendidikan Ilmiah Transformatif*, 8(6), 154-265
- Boyras, S. (2021). *A scale development study for one of the 21st century skills: collaboration at secondary schools*. *African Educational Research Journal*, 9(4), 907–913.
- Carman, J., Zint, M., Burkett, E., & Ibáñez, I. 2021. The role of interest in climate change instruction. *Science Education*, 105(2):309–352.
- Casner-Lotto, J., & Barrington, L. (2006). *Are they really ready to work? Employers' perspectives on the basic knowledge and applied skills of new entrants to the 21st century US workforce*. *Partnership for 21st Century Skills*. Washington Dc : Massachusetts Avenue NW Suite.
- Chaiyasut, C., Samuttai, R., Phuwiphadawa, S., & Inthanet, N. (2014). *Factors and indicators of teachers' roles that promote lifelong learning skills of students at the basic education level*. *International Journal of Behavioral Science*, 9(2), 71 – 86.
- Cohen, L. Manion & Morrison, Lawrence. (2011). *Research methods in Education*. London : Routledge.
- Duwi, Priyatno. (2013). *Analisis Korelasi, Regresi, dan Multivariate dengan SPSS*. Yogyakarta : Gava Media.
- Dhitasarifa, I., Yuliatun, A. D., & Savitri, E. N. Penerapan Model Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Keterampilan Kolaborasi Peserta Didik Pada Materi Ekologi Di SMP Negeri 8 Semarang. *In Proceeding Seminar Nasional IPA*, 1(1), 684-694.
- Ennis, R. H. (2011). The Nature of Critical Thinking. *Informal Logic*, 6(2), 1–8.
- Elder, L., & Paul, R. (2007). *Critical thinking. Foundation for critical thinking*.
- Ertikanto, C. (2016). *Teori Belajar dan Pembelajaran*. Yogyakarta : Media Akademi.
- Fajarwati, I. (2020). *Problem Based Learning (PBL) to Improve Critical Thinking Skills*. *In Social, Humanities, and Educational Studies (SHES): Conference Series*, 3(3), 2238-2243).

- Fatahullah, M. M. (2016). Pengaruh media pembelajaran dan keterampilan berpikir kritis terhadap hasil belajar IPS. *Jurnal Pendidikan Dasar UNJ*, 7(2), 237-252.
- Gallen, L. (2020). Konsekuensi dari Kebijakan Perubahan Iklim yang Buruk: Peringatan dari Tetangga Indonesia. *Habibie Center*, 12.
- Geertsen, H. R. (2003). Rethinking Thinking about Higher-Level Thinking. *Teaching Sociology*, 31(1), 1-19.
- Greenstein, L. (2012). *Assessing 21st Century Skills: A Guide to Evaluating Mastery and Authentic Learning*. California: Corwin.
- Hake, R. R. (2002). *Relationship of Individual Student Normalized Learning Gains in Mechanics with Gender, High-School Physics, and Pretest Scores on Mathematics and Spatial Visualization*. In *Physics Education Research Conference*, 8 (1), 1-14.
- Harsanto, R. (2007). *Pengelolaan kelas yang dinamis*. Yogyakarta: Kanisius.
- Hartatik, S. (2023). Penerapan *Problem Based Learning* dalam Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Melalui Metode Eksperimen. *Proceeding Biology Education Conference*, 16 (Kartimi).
- Hartina, A. W., & Permana, I. (2022). Dampak Problem Based Learning untuk meningkatkan keterampilan kolaborasi dalam pembelajaran tematik. *Journal of Education Action Research*, 6(3), 341-347.
- Haryadi, R. N. (2020). Pengaruh Kebiasaan Membaca terhadap Keterampilan Berbicara Bahasa Inggris SMA Negeri 99 Jakarta. *Jurnal Manajemen Bisnis dan Keuangan*, 1(2): 14-30.
- Hayat, M. S., Rustaman, N. Y., Rahmat, A., & Redjeki, S. (2019). Perkembangan Keterampilan Komunikasi Dan Kolaborasi Mahasiswa Dalam Pembelajaran Inkuiri Berorientasi Entrepreneurship Pada Mata Kuliah Keanekaragaman Tumbuhan. *Jurnal Mangifera Edu*, 4(1), 19-31.
- Herzon, H. H., Budijanto, & Utomo, D. H. (2018). Pengaruh Problem-Based Learning (PBL) terhadap Keterampilan Berpikir Kritis. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 3(1), 42-46.
- Hidayati, T. P., Sutresna, Y., & Warsono, W. (2021). Pengaruh Penggunaan *Model Problem-Based Learning* Berbantuan *Mind Mapping* Terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa. *Bioed : Jurnal Pendidikan Biologi*, 9(1).
- Ilma, S., Adhani, A., & Sarira, N. T. (2023). *Hybrid project-based learning for problem-solving skills and student creativity in plant anatomy and physiology courses*. *Biosfer*, 16(1), 138–151.

- Indriyani, I., Ahied, M., Rosidi, I. (2020) Penerapan Model Pembelajaran Double Loop Problem Solving (DLPS) Terhadap Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa Pada Materi Bencana Alam. *Jurnal Luminous*, 1(1), 8-19.
- Juliyantika, T., & Batubara, H. H. (2022). Tren Penelitian Keterampilan Berpikir Kritis pada Jurnal Pendidikan Dasar di Indonesia. *Jurnal Basicedu*, 6(3), 4731–4744.
- Kagawa, F. (2007). Dissonance in students' perceptions of sustainable development and sustainability: Implications for curriculum change. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 8(3):317–338.
- Kivunja, C. (2015). *Teaching students to learn and to work well with 21st century skills: Unpacking the career and life skills domain of the new learning paradigm. International Journal of Higher Education*, 4(1), 1-11.
- Situmeang, A. R. (2018). *Penerapan Model Pembelajaran Kolaboratif Untuk Meningkatkan Aktivitas Dan Hasil Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Rencana Anggaran Biaya (Rab) Siswa Kelas Xi Kompetensi Keahlian Teknik Gambar Bangunan Smk N 2 Siatas Barita Tapanuli Utara* (Doctoral dissertation, UNIMED).
- Mardhiyana, D., & Sejati, E. O. W. (2016, February). Mengembangkan keterampilan berpikir kreatif dan rasa ingin tahu melalui model pembelajaran berbasis masalah. In *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika* (pp. 672-688).
- Mareti, J. W., & Hadiyanti, A. H. D. (2021). Model problem based learning untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan hasil belajar IPA siswa. *Jurnal Elementaria Edukasia*, 4(1), 31-41.
- Marzano, R. J. (2009). *Six steps to better vocabulary instruction. Educational leadership*, 67(1), 83-84.
- Maulina, D., Nisrina, N. A., Yolida, B. (2023). Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Dan Minat Belajar Peserta Didik Pada Materi Perubahan Iklim. *PROSIDING SINAPMASAGI 2023*, 3(1), 31–40
- Montessori, V. E., Murwaningsih, T., & Susilowati, T. (2023). Implementasi keterampilan abad 21 (6c) dalam pembelajaran daring pada mata kuliah Simulasi Bisnis. *JIKAP (Jurnal Informasi Dan Komunikasi Administrasi Perkantoran)*, 7(1), 65-72
- Muslim, I., Halim, A., & Safitri, R. (2015). Penerapan model pembelajaran PBL untuk meningkatkan penguasaan konsep dan keterampilan berpikir kritis siswa pada konsep elastisitas dan hukum hooke di SMA Negeri Unggul

- Harapan Persada. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)*, 3(2), 35-50.
- Nelson, L. P., & Crow, M. L. (2014). Do Active-Learning Strategies Improve Students' Critical Thinking. *Higher Education Studies*, 4(2), 77–90.
- Nugrahani, M., & Triwinarni, T. (2024, May). Pengaruh Model Belajar Problem Based Learning (PBL) untuk Meningkatkan Keterampilan Berkolaborasi dan Hasil Belajar Siswa Kelas VII A di SMP Negeri 26 Semarang. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan dan Penelitian Tindakan Kelas* (pp. 1127-1135).
- Nuryanti, L., Zubaidah, S., & Diantoro, M. (2018). *Analisis keterampilan berpikir kritis siswa SMP* (Doctoral dissertation, State University of Malang).
- Nusantari, E. D. N. (2022). *Pengaruh Pembuatan Video Dokumenter Pantai dan Laut terhadap Pemahaman dan Kesadaran Perubahan Iklim Siswa SMA*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- OECD. (2017). *PISA 2015 results (Volume V): Collaborative problem solving*. Paris: OECD Publishing.
- Orey, M. (2010). *Emerging Perspectives On Learning, Teaching And Technology* (pp. 56-61). North Charleston: CreateSpace.
- Palennari, M. (2018). Problem Based Learning (PBL) Memberdayakan Keterampilan Berpikir Kritis Pebelajar Pada Pembelajaran Biologi. *Prosiding Seminar Nasional Biologi Dan Pembelajarannya: Inovasi Pembelajaran Dan Penelitian Biologi Berbasis Potensi Alam*, 599–608.
- Plutzer, E., McCaffrey, M., Hannah, A. L., Rosenau, J., Berbeco, M., & Reid, A. H. (2016). *Climate confusion among US teachers*. *Science*, 351(6274), 664-665.
- Pratisto, A. (2004). Cara Mudah Mengatasi Masalah Statistik dan rancangan Percobaan Dengan SPSS 12. *E-book*.
- Priana, A. Y., & Pebryansyah, I. (2024). Peningkatan Keterampilan Kolaborasi dan Hasil Belajar Siswa Melalui Penerapan Model *Problem-Based Learning* (PBL) Berbantu *E-Modul*. *JGURUKU: Jurnal Penelitian Guru*, 2(1), 632-639.
- Putu, R. (2013). Pengaruh model pembelajaran kontekstual berbantuan tutor sebaya terhadap hasil belajar biologi ditinjau dari motivasi belajar. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran IPA Indonesia*, 3(1).
- Rachmawati, L. D. (2014). *Penggunaan Metode Kolaboratif dengan Memanfaatkan Media Facebook pada Mata Pelajaran Ekonomi di SMA*

Negeri 1 Pabelan (Doctoral dissertation, Program Studi Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer FTI-UKSW).

Rahayu, R., Iskandar, S., & Abidin, Y. (2022). Inovasi pembelajaran abad 21 dan penerapannya di Indonesia. *Jurnal Basicedu*, 6(2), 2099-2104.

Rahmah, D. M. (2022). Perubahan Iklim Dalam Pendidikan Ipa Berkelanjutan. *Jurnal Sains Edukatika Indonesia (JSEI)*, 4(2), 20-25.

Rahmawati, F., & Atmojo, I. R. W. (2021). Analisis media digital video pembelajaran abad 21 menggunakan aplikasi canva pada pembelajaran IPA. *Jurnal Basicedu*, 5(6), 6271-6279.

Ramlawati., Sitti, R. Y., dan Aunillah, I., (2017). Pengaruh Model PBL (Problem Based Learning) terhadap Motivasi dan Hasil Belajar IPA Peserta Didik. *Jurnal Sainsmat*, 4(1), 1-14.

Redhana, I. W. (2019). Mengembangkan keterampilan abad ke-21 dalam pembelajaran kimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 13(1).

Reeve, E. M. (2016). *21st-century skills needed by students in technical and vocational education and training (TVET)*. *Asian International Journal of Social Sciences*, 16(4), 65 – 82.

Retnowati., Ayres, P., Sweller, J. 201). Can Collaborative Learning Improve The Effectiveness Of Work Examples In Learning Mathematics. *Journal Of Educational Psychology*, 109(5), 666-679.

Rhem, James. (1998). Problem Based Learning: An Introduction. The National Teaching & Learning. *Forum*, Vol 8(1) : 87.

Rohma, F. A., & Purwaningsih, S. M. (2024). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning Terhadap Keterampilan Problem Solving Siswa Pada Mata Pembelajaran Sejarah Kelas Xi Sma Negeri 1 Cerme. *AVATARA, e-Journal Pendidikan Sejarah*, 15(4), 7.

Saleh, M. (2013). Strategi Pembelajaran FIQH dengan Problem Based Learning. *Jurnal Ilmiah Didaktika*, 14(1), 190-220.

Sarifah, F., & Nurita, T. (2023). Implementasi model pembelajaran inkuiri terbimbing untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kolaborasi. *Pendidikan Sains*, 11(1), 22–31.

Schleicher, A. (2019). PISA 2018: Insights and Interpretations. *OECD*, 3–62.

Setiono, F. E., Sarwanto., & Suparmi. (2012). *Problem-Based Learnig dalam Pembelajaran Fisika Menggunakan Simulation Based Laboratory (SBL) Dan Video Based Laboratory (VBL)*". Universitas Sebelas Maret, Surakarta:

Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika.

- Shapiro, L. E. (2003). *Mengajarkan Emotional Intelligence pada Anak, Alih bahasa Alex Tri Kantjono*. Jakarta: Gramedia Pustaka Indonesia.
- Sholikha, S. N., & Fitrayati, D. (2021). Integrasi keterampilan 4c dalam buku teks ekonomi SMA/MA. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(5), 2402–2418.
- Sianturi, A., Sipayung, T. N., & Simorangkir, F. M. A. (2018). Pengaruh model problem based learning (PBL) terhadap keterampilan berpikir kritis matematis siswa SMPN 5 Sumbul. *UNION: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 6(1), 1-14.
- Siddique, Z. F., Nahar, L., & Mahmood, F. (2025). *Autoethnographic projection of climate change education through project-based learning: perspectives from early career scholars*. *Integrated Science Education Journal*, 6(1), 38-46.
- Simbolon, M., Manullang, M., Suya, E., & Syahputra, E. (2017). The Efforts to Improving the Critical Thinking Student's Ability Through Problem Solving Learning Strategy by Using Macromedia Flash at SMP Negeri 5 Padang Bolak. *International Journal of Novel Research in Education and Learning*, 4(1), 82-90.
- Srirahmawati, A., Deviana, T., & Wardani, S. K. (2023). Peningkatan Keterampilan Abad 21 (6C) Siswa Kelas IV Sekolah Dasar melalui Model Project Based Learning pada Kurikulum Merdeka. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 8(1), 5283-5294.
- Su, H. F. H., Ricci, F. A., & Mnatsakanian, M. (2016). *Mathematical teaching strategies: Pathways to critical thinking and metacognition*. *International Journal of Research in Education and Science*, 2(1), 190-200.
- Sudjana, Nana. (2010). *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*. Bandung : PT. Remaja Rosdakarya.
- Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Kuantitatif*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. (2019). *Metode penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung : Alfabeta.
- Sunyono. (2016). Pembelajaran Simayang Tipe II Untuk Meningkatkan Keterampilan Metakognisi dan Keterampilan Berpikir Kritis. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Kimia*, 4(3), 832-843.
- Susanti, A. E., & Suwu, S. E. (2016). Penerapan Pembelajaran Berbasis Masalah untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas IX dalam Pelajaran Ekonomi. *Polygot*, 12(1), 66–81.

- Tan, O.S. (2008). *Problem-based learning and creativity*. Singapore: Cengage Learning.
- Tawfik, A. A. (2015). *Essential Readings in Problem-Based Learning: Exploring and Extending the Legacy of Howard S. Barrows*. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 9(2).
- Thalheimer, W., & Cook, S. (2002). *How To Calculate Effect Size From Published Research*. *Work-Learning Research*. 1(Agustus).
- UNESCO. (2016). *Education for people and planet: Creating sustainable futures for all*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO).
- Utami, H. B. (2022). Pentingnya Keterampilan Berpikir Kritis dalam Dunia Pendidikan Matematika. *J-PiMat: Jurnal Pendidikan Matematika*, 4(2), 529-538.
- Whidiarso, W. (2011). *Uji Hipotesis Komparatif*. Yogyakarta : Fakultas Psikologi UGM.
- Widodo, W., Agustin, L. (2019). Penggunaan Interactive E-Book IPA Untuk Meningkatkan Keterampilan Literasi Sains Peserta didik SMP. *Pendidikan Sains*, 7(2), 44-54.
- Widoyoko, S.E.P., & Anita Rinawati. (2012). Pengaruh Kinerja Pendidik terhadap Motivasi Belajar Siswa. *Jurnal Cakrawala Pendidikan*, Juni 2012, Th. XXXI, No. 2.
- Wiono, W. J., Priadi, M. A., & Meriza, N. (2024). Efektivitas Atlas Elektronik Bermuatan Keanekaragaman Tumbuhan TNBBS dalam Pembelajaran Biologi Berdiferensiasi. *BIOEDUKASI: Jurnal Pendidikan Biologi*, 15(1), 29-38.
- Wiono, W. J., & Rakhmawati, I. (2025). *Boys and Girls in Developing Scientific Literacy Through PBL Supported by ClimateClass*. *Jurnal BIOEDUIN*, 15(1), 38-46.
- Wiono, W. J., Rakhmawati, I., & Rahayu, D. S. (2025). *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 on Ecosystem Content toward Critical Thinking in Terms of Students' Metacognitive Awareness*. *Phenomenon: Jurnal Pendidikan MIPA*, 14(1), 85-102

- Wolff, E., Fung, I., Hoskins, B., Mitchell, J., Palmer, T., Santer, B., Shepherd, J., Shine, K., Solomon, S., Trenberth, K., Walsh, J., & Wuebbles, D. (2014). *Climate change: Evidence and Causes*.
- Zakiyah, S., & Suryandari, K.C. (2017). Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Melalui Model Pembelajaran Problem Based Learning(PBL) pada Pembelajaran IPATentang Gaya Siswa Kelas V SD Negeri 1 Gebangsari Tahun Ajaran 2016/2017. *Kalam Cendekia Pgsd Kebumen*, 5(3.1), 231-237.
- Zhou, Huang, & Tian. (2013). Developing Students' Critical Thinking Ability by Task Based Learning in Chemistry Experiment Teaching. *Creative Education*, 4(12), 40-45.
- Zubaidah, S. (2016). Keterampilan Abad Ke-21: Keterampilan Yang Diajarkan Melalui Pembelajaran. *Seminar Nasional Pendidikan Dengan Tema "Isu-Isu Strategis Pembelajaran MIPA Abad 21, Tanggal 10 Desember 2016 Di Program Studi Pendidikan Biologi STKIP Persada Khatulistiwa Sintang – Kalimantan Barat*, 1–17.