

**PENGARUH MODEL *PROBLEM-BASED LEARNING* (PBL)
TERINTEGRASI STEM TERHADAP KEMAMPUAN
BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK PADA
MATERI PERUBAHAN IKLIM**

(Skripsi)

Oleh

**FATMA AULIA
2113024076**



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

**PENGARUH MODEL *PROBLEM-BASED LEARNING* (PBL)
TERINTEGRASI STEM TERHADAP KEMAMPUAN
BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK PADA
MATERI PERUBAHAN IKLIM**

Oleh

FATMA AULIA

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**

ABSTRAK

PENGARUH MODEL *PROBLEM-BASED LEARNING* (PBL) TERINTEGRASI STEM TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK PADA MATERI PERUBAHAN IKLIM

Oleh

FATMA AULIA

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran *Problem-Based Learning* terintegrasi STEM terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik di SMAN 1 Negeri Katon pada materi perubahan iklim kelas X semester genap tahun ajaran 2024/2025. Populasi penelitian ini yaitu seluruh peserta didik kelas X di SMAN 1 Negeri Katon. Sampel yang diambil menggunakan teknik *random sampling* dengan kelas X.1 (36 peserta didik) sebagai kelas eksperimen dan kelas X.2 (37 peserta didik) sebagai kelas kontrol. Desain penelitian yang digunakan yaitu *quasi experiment* dengan bentuk desain *Pretest Posttest Non-Equivalent Control Grup Design*. Jenis data dalam penelitian berupa data kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif berupa data rata-rata nilai *pretest*, *posttest*, dan *N-gain* sebagai hasil peningkatan keterampilan berpikir kritis kemudian dianalisis dengan uji *independent sample t-test* didapatkan nilai Sig. (2-tailed) $0,000 < 0,05$ artinya hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh signifikan dari penerapan model pembelajaran PBL terintegrasi STEM terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi perubahan iklim. Data kualitatif berupa angket tanggapan peserta didik terhadap penerapan model pembelajaran PBL terintegrasi STEM yang memiliki persentase 74,1% dengan kategori baik. Hal tersebut menunjukkan bahwa penerapan model PBL terintegrasi STEM mendapatkan respon positif dari peserta didik.

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

ABSTRACT

THE EFFECT OF THE STEM-INTEGRATED PROBLEM-BASED LEARNING (PBL) MODEL ON STUDENTS' CRITICAL THINKING ABILITIES ON CLIMATE CHANGE

By
FATMA AULIA

This research aims to determine the effect of the STEM-integrated Problem-Based Learning learning model on the critical thinking skills of students at SMAN 1 Negeri Katon on climate change material for grade X in the even semester of the 2024/2025 academic year. The population of this study was all grade X students at SMAN 1 Negeri Katon. The sample was taken using a random sampling technique with class X.1 (36 students) as the experimental class and class X.2 (37 students) as the control class. The research design used was a quasi-experiment with a Pretest Posttest Non-Equivalent Control Group Design. The types of data in the study were quantitative and qualitative data. Quantitative data in the form of average pretest, posttest, and N-gain scores as a result of improving critical thinking skills were then analyzed using an independent sample t-test, obtained a Sig. (2-tailed) value of $0.000 < 0.05$, meaning that the results of the study showed that there was a significant effect of the application of the STEM-integrated PBL learning model on students' critical thinking skills on climate change material. Qualitative data in the form of a questionnaire of student responses to the implementation of the STEM-integrated PBL learning model had a percentage of 74.1%, categorized as good. This indicates that the implementation of the STEM-integrated PBL model received a positive response from students.

Keywords: *Critical Thinking, STEM Approach, Climate Change, Problem-Based Learning*

Judul Skripsi

:PENGARUH MODEL *PROBLEM-BASED LEARNING* (PBL) TERINTEGRASI STEM TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK PADA MATERI PERUBAHAN IKLIM

Nama Mahasiswa

: *Fatma Aulia*

Nomor Pokok Mahasiswa

: 2113024076

Program Studi

: Pendidikan Biologi

Fakultas

: Keguruan dan Ilmu Pendidikan



1. Komisi Pembimbing

Rini Rita T. Marpaung

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

Wisnu Juri Wiono

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

2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA

Dr. Nurhanurawati

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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

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

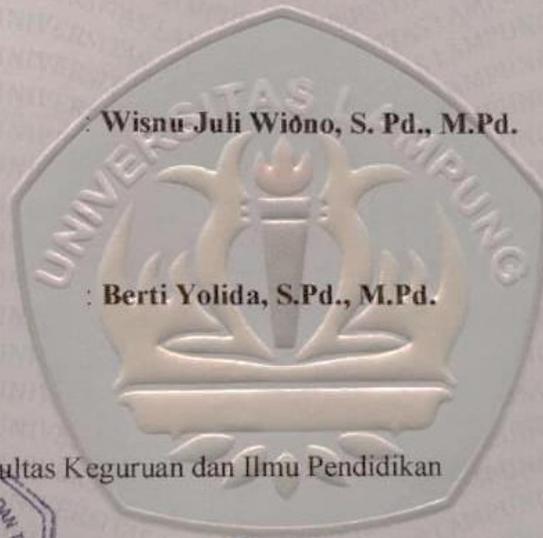
Rini Rita T. Marpaung
.....

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

Wisnu Juli Wiono
.....

Penguji : **Berti Yolida, S.Pd., M.Pd.**

Berti Yolida
.....



2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



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

NIP. 19870504 201404 1 001

Dr. Albet Maydiantoro

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: **31 Juli 2025**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fatma Aulia
NPM : 2113024076
Program Studi : Pendidikan Biologi
Jurusan : Pendidikan MIPA

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pengaruh Model *Problem-Based Learning* Terintegrasi STEM terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Perubahan Iklim” adalah benar-benar hasil karya penulis dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan atau diterbitkan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari terdapat ketidakbenaran dalam pernyataan di atas maka saya akan bertanggung jawab sepenuhnya.

Bandar Lampung, 31 Juli 2025

Yang Menyatakan,



Fatma Aulia

NPM. 2113024076

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Fatma Aulia, lahir di Lumbirejo, Kecamatan Negerikaton, Kabupaten Pesawaran pada tanggal 19 Agustus 2003, sebagai anak ketiga dari tiga bersaudara, dari Bapak Sukram dan Ibu Satri. Penulis bertempat tinggal di Lumbirejo, Kecamatan Negerikaton, Kabupaten Pesawaran.

Penulis mengawali pendidikan formal pada tahun 2009 di MI Al-Hidayah Lumbirejo dan lulus pada tahun 2015. Penulis melanjutkan Pendidikan di MTs Sa Raudlatul Huda Al Islamy Sidomulyo yang diselesaikan pada tahun 2018. Pendidikan selanjutnya di SMAN 1 Negeri Katon pada tahun 2018 dan lulus pada 2021. Lanjut pada jenjang perguruan tinggi, tahun 2021 penulis terdaftar sebagai mahasiswa baru Pendidikan Biologi Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama perkuliahan, penulis aktif mengikuti kegiatan akademik maupun non-akademik. Pada tahun 2021 s.d 2023 penulis menjadi anggota pengurus Forum Mahasiswa Pendidikan Biologi Unila (Formandibula) dan juga pengurus Himpunan Mahasiswa Eksakta (Himasakta) FKIP Unila. Penulis juga aktif dalam Organisasi Eksternal Keluarga Mahasiswa Nahdlatul Ulama (KMNU) sebagai Bendahara Departemen Kesenian pada tahun 2023 yang kemudian meningkat secara struktural menjadi Bendahara Umum pada 2024. Selain itu, pada 2024 Penulis lolos salah satu program MBKM yaitu Kampus Mengajar Batch 8 yang dilaksanakan selama kurang lebih satu semester. Di tahun yang sama, penulis juga pernah menerima pendanaan Program Mahasiswa Wirausaha yang diselenggarakan oleh Universitas Lampung.

MOTTO

“Dan aku belum pernah kecewa dalam berdoa kepada-Mu, ya Tuhanku”

(Q.S Maryam: 4)

“Dan aku serahkan segala urusanku kepada Allah”.

(Q.S Ghafir: 44)

“Hiduplah di dunia tapi jangan biarkan dunia hidup di hatimu, karena jika perahu diletakkan di air, dia akan berlayar dengan baik, tapi jika air yang masuk kedalam perahu maka ia akan tenggelam”

(Ali bin Abi Thalib)

“Angin berhembus bukan untuk menggoyahkan pohonnya, tapi untuk menguji kekuatan akarnya”

(Ali bin Abi Thalib)

“Orang hebat adalah orang yang mampu menyembunyikan kesusahannya, sehingga orang lain mengira bahwa ia selalu senang”

(Imam Syafi’i)

“Orang jujur akan mendapatkan tiga hal: Kepercayaan, cinta dan rasa hormat”

(Ali bin Abi Thalib)

“Pengerdilan terkejut dalam hidup ialah membiarkan otak yang cemerlang menjadi budak bagi tubuh yang malas, yang mendahulukan istirahat sebelum lelah”.

(Buya Hamka)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil 'alamin

Segala Puji dan Syukur bagi Allah *Subhanahu Wa Ta'ala*, Dzat yang Maha Sempurna. Sholawat dan Salam selalu tercurah kepada Baginda Rasulullah Muhammad *Sallahu'alaihi Wassalam*. Teriring doa, rasa syukur, dan segala kerendahan hati. Dengan segala cinta dan kasih sayang, ku persembahkan karya ini untuk orang-orang yang sangat berharga dalam hidupku:

Bapak (Sukram) dan Ibu (Satri)

Kedua orangtuaku terkasih, yang telah merawat dan mendidik dengan penuh cinta, kasih sayang, dan kehangatan. Menyertai langkahku dengan doa, dukungan dan kepercayaan. Selalu memberikan maaf yang luas dan doa yang paling ikhlas.

Nilai-nilai yang kalian tanamkan menjadi penerang dalam kehidupan.

Terimakasih atas pengorbanan, perjuangan dan doa yang telah mengantarku sampai disini. Semoga Rahmat Allah Swt. selalu menyertai kalian.

Nur Ajizah dan Siti Ulfah

Kakak-kakakku, juga turut mendoakan dan mendukung setiap langkahku. Selalu menemani prosesku dan mengutamakan di atas kepentingan pribadi. Walau raga tidak selalu bersama tapi cinta dan jiwa selalu bertaut dalam doa. Terimakasih selalu menjaga dan menjadi penyejuk hati bagi Bapak dan Ibu. Terimakasih telah tumbuh dengan penuh kasih sayang, pengertian dan kerukunan.

Para Pendidik (Guru dan Dosen)

Yang telah memberikan bimbingan, dukungan, dan nasehat yang berharga. Terima kasih telah mengajarkan banyak hal dan menjadi penerang bagi orang lain.

Almamater Tercinta, Universitas Lampung

SANWACANA

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Pengaruh Model *Problem-Based Learning* (PBL) Terintegrasi STEM terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Perubahan Iklim”. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pendidikan pada Program Studi Pendidikan Biologi, Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Universitas Lampung.

Penulis menyadari dalam menyusun skripsi ini tidak terlepas dari peranan dan bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Albet Maydiantoro, S.Pd., M.Pd., selaku Dekan FKIP Universitas Lampung;
2. Ibu Dr. Nurhanurawati, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Universitas Lampung;
3. Ibu Rini Rita T. Marpaung, S.Pd., M.Pd., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Biologi sekaligus Dosen Pembimbing 1, yang bersedia meluangkan waktu untuk membimbing serta memberikan motivasi yang membangun;
4. Bapak Wisnu Juli Wiono, S.Pd., M.Pd., selaku dosen Pembimbing Akademik dan Pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan, semangat, nasehat berharga dan memudahkan penulis dalam tugas perkuliahan maupun dalam menyelesaikan skripsi.
5. Ibu Berti Yolida S.Pd., M.Pd., selaku dosen pembahas yang telah memberikan tanggapan dan saran yang membangun dalam menyelesaikan skripsi;
6. Bapak dan Ibu dosen serta staff Program Studi Pendidikan Biologi yang senantiasa memberikan ilmu, bantuan dan dukungan;

7. Kepala sekolah, seluruh dewan guru, staff dan peserta didik SMAN 1 Negeri Katon yang telah memberikan izin dan bantuan selama penelitian berlangsung, terkhusus kepada Ibu Deslelawati S. Pd., yang telah meluangkan waktu dan membantu dengan tulus Ikhlas selama penulis melaksanakan penelitian;
8. Bapak Imam Mahmud dan Ibu Hayu Estuning Desmalia, yang telah mendoakan, memberi banyak bantuan dan menjadi orang tua kedua;
9. Teman-teman seperjuangan Pendidikan Biologi Angkatan 2021, atas kebersamaan, suka cita dan pengalaman berkesan selama perkuliahan;
10. Sahabat sekaligus keluarga dibawah atap yang sama, Rina Yulinar, Al Azhar, Luthvi Aulia Sahira dan Vivi Baity Nurjanah, yang telah menemani, penghibur dikala sedih, dan penolong dikala susah. Terimakasih telah setia kebersamai sejak awal hingga akhir perkuliahan;
11. Sahabatku Syifa Nur Rahmah, Vevy Anggraini, Sherlita Nur Azizah, Tikvi Silvana Faradia, Trisna Amanah, Nur Anisa yang telah banyak membantu selama perkuliahan maupun dalam penyusunan skripsi;
12. Keluarga besar Mahasiswa Nahdhlatul Ulama (KMNU) Universitas Lampung atas kebersamaan, kehangatan, dan pembelajaran yang tak terlupakan.
13. Teman-teman KKN Desa Jatimulyo, atas pengalaman yang telah dilewati serta dukungan hingga saat ini;
14. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu, mendoakan dan menemani penulis.

Hanya ucapan terima kasih dan doa yang bisa penulis berikan dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk kita semua, aamiin.

Bandar Lampung, 31 Juli 2025
Penulis

Fatma Aulia
2113024076

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	7
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Manfaat Penelitian	7
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	8
II. TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1 Model <i>Problem-Based Learning</i> (PBL)	10
2.2 Pendekatan STEM	13
2.3 Kemampuan Berpikir Kritis	15
2.4 Materi Perubahan Iklim	17
2.5 Kerangka Pikir	30
2.6 Hipotesis Penelitian	34
III. METODE PENELITIAN	35
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	35
3.2 Subyek Penelitian	35
3.3 Desain Penelitian	35
3.4 Prosedur Penelitian	36
3.5 Jenis dan Teknik Pengumpulan Data.....	37
3.6 Instrumen Penelitian	39

3.7 Uji Instrumen Penelitian	40
3.8 Teknik Analisis Data	40
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	45
4.1 Hasil Penelitian	45
4.2 Pembahasan	49
V. KESIMPULAN DAN SARAN	56
5.1 Kesimpulan	56
5.2 Saran	56
DAFTAR PUSTAKA.....	57

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Sintaks Model Pembelajaran PBL	11
Tabel 2. Aspek-aspek STEM	14
Tabel 3. Indikator Berpikir Kritis.....	16
Tabel 4. Keluasan dan Kedalaman Materi Perubahan Iklim.....	17
Tabel 5. Desain <i>Pretest-posttest Non-equivalent Control Group Design</i>	36
Tabel 6. Kriteria Jawaban	39
Tabel 7. Kriteria <i>N-Gain Score</i>	41
Tabel 8. Kriteria Interpretasi Nilai <i>Cohen's</i>	43
Tabel 9. Kategori Tanggapan Peserta Didik	44
Tabel 10. Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik	46
Tabel 11. Hasil Uji <i>Effect Size</i>	48
Tabel 12. Hasil Tanggapan Peserta Didik Model PBL Terintegrasi STEM.....	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Pendingin Ruangan Menggunakan Freon	20
Gambar 2. Polusi Udara Akibat Kendaraan Bermotor.....	22
Gambar 3. Kebakaran Hutan Akibat Suhu Panas Berkepanjangan	25
Gambar 4. Beruang Kutub Yang Masuk ke Jalanan Mencari Makan.....	27
Gambar 5. Pengolahan Sampah Menjadi Ecobrick.....	29
Gambar 6. Restorasi Hutan	30
Gambar 7. Hubungan antara Variabel Bebas dan Variabel Terikat.....	32
Gambar 8. Kerangka Pikir Penelitian.....	33
Gambar 9. Data Representasi Peningkatan Nilai Berpikir Kritis Kelas Eksperimen dan Kontrol	45
Gambar 10. <i>N-gain</i> per Indikator Kemampuan Berpikir Kritis	47
Gambar 11. Jawaban <i>Pretest</i> Memberikan Penjelasan Lanjutan	50
Gambar 12. Jawaban <i>Posttest</i> Memberikan Penjelasan Lanjutan.....	51
Gambar 13. Hasil Jawaban LKPD pada tahap Memberikan Penjelasan Lanjutan	52
Gambar 14. Jawaban <i>Pretest</i> Memberikan Penjelasan Sederhana.....	53
Gambar 15. Jawaban <i>Posttest</i> Memberikan Penjelasan Sederhanaa	53
Gambar 16. Hasil Jawaban LKPD Tahap Memberikan Penjelasan Sederhana	54

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1. Alur Tujuan Pembelajaran Kelas Eksperimen.....	62
Lampiran 2. Alur Tujuan Pembelajaran Kelas Kontrol	66
Lampiran 3. Modul Ajar Kelas Eksperimen	69
Lampiran 4. Modul Ajar Kelas Kontrol	79
Lampiran 5. LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik) Kelas Eksperimen	88
Lampiran 6. LKPD Kelas Kontrol	102
Lampiran 7. Soal <i>Pretest-posttest</i>	118
Lampiran 8. Rubrik Penilaian <i>Pretest-posttest</i>	121
Lampiran 9. Kisi-kisi Penilaian Soal <i>Pretest-posttest</i>	123
Lampiran 10. Angket Tanggapan Peserta Didik	128
Lampiran 11. Lembar Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran	129
Lampiran 12. Wawancara Guru	130
Lampiran 13. Hasil Tes Kemampuan Awal Berpikir Kritis Peserta Didik.....	132
Lampiran 14. Hasil Tes Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik	134
Lampiran 15. Nilai <i>Pretest</i> Kemampuan Berpikir Kritis Kelas Eksperimen.....	136
Lampiran 16. Nilai <i>Posttest</i> Kemampuan Berpikir Kritis Kelas Eksperimen	138
Lampiran 17. Nilai <i>Pretest</i> Kemampuan Berpikir Kritis Kelas Kontrol	140
Lampiran 18. Nilai <i>Posttest</i> Kemampuan Berpikir Kritis Kelas Kontrol	142
Lampiran 19. Tabulasi Hasil Angket Tanggapan Peserta Didik.....	144
Lampiran 20. Hasil Uji Statistik.....	146
Lampiran 21. Surat Balasan	149
Lampiran 22. Dokumentasi Penelitian.....	150

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Revolusi industri 4.0 pada abad ke-21 telah membawa perubahan besar dalam kehidupan manusia. Adanya arus globalisasi di abad ke 21 ini mendorong semakin meningkatnya tantangan globalisasi yang berdampak terhadap semua aspek kehidupan, salah satunya pada sektor industri sehingga menuntut adanya Sumber Daya Manusia (SDM) yang berkualitas. SDM yang berkualitas tersebut haruslah memiliki berbagai keterampilan (Ai'syah dkk., 2022). Abad ke-21 mengharuskan peserta didik untuk menguasai keterampilan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikatif. Keterampilan ini sangat penting bagi peserta didik untuk menghadapi berbagai permasalahan dalam kehidupan sehari-hari (Gusman dkk., 2023). Keterampilan berpikir kritis di abad 21 sangat dibutuhkan untuk masa kini dalam menghadapi berbagai permasalahan dan tantangan global seiring dengan pesatnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (Wiono & Siregar, 2024).

Dalam aktivitas berpikir kritis peserta didik dituntut untuk menyelesaikan tugas dengan sebaik mungkin dengan cara menentukan informasi relevan, mengembangkan berbagai pertanyaan yang mengarahkan untuk penyelesaian masalah, dan mempersempit topik yang disajikan, terlebih jika dihadapkan dengan permasalahan yang sering terjadi di lingkungan sekitar (Mukarromah dkk., 2020). Berdasarkan pendapat Robert Ennis (1995) terdapat 12 indikator dalam mengidentifikasi berpikir kritis yang dikelompokkan dalam lima besar aktivitas, yaitu sebagai berikut: (1) memberikan penjelasan sederhana (*elementary clarification*), (2) membangun keterampilan dasar (*basic support*),

(3) menyimpulkan (*Inference*), (4) membuat penjelasan lanjut (*Advanced clarification*), (5) mengatur strategi dan taktik (*strategy and tactics*). Kemampuan tersebut memungkinkan seseorang untuk berpikir secara sistematis dalam menentukan kebenaran dan mengembangkan ide-ide solusi berdasarkan bukti yang valid, seperti data atau fakta. Selain itu, berpikir kritis juga mencakup keterampilan dalam mengelola informasi, mengidentifikasi masalah, menganalisis penyebab suatu kejadian, menilai dampaknya, merumuskan solusi, serta menyusun kesimpulan yang tepat (Wandari dkk., 2024)

Faktanya, tingkat kemampuan berpikir kritis peserta didik di Indonesia masih tergolong rendah dan menjadi perhatian yang serius. Berdasarkan data *Program for International Student Assessment (PISA)* tahun 2015 Indonesia memperoleh skor rata-rata 395 dengan peringkat 62 dari 70 negara. Tahun 2018 memperoleh skor rata-rata 382 dengan peringkat 72 dari total 77 negara. Tahun 2022 memperoleh skor rata-rata 369 dengan peringkat 67 dari total 81 negara (Wandari dkk., 2024). Hanya sekitar 30% peserta didik yang mencapai tingkat kemahiran dasar hingga menengah, sedangkan yang mencapai tingkat kemahiran tinggi sangat sedikit. Hasil PISA tersebut mengindikasikan bahwa keterampilan berpikir kritis peserta didik di Indonesia masih tergolong rendah dan berada dibawah rata-rata dibanding negara lain (Mustafaroh & Hariyanto, 2024).

Kemampuan berpikir kritis yang rendah dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain kegiatan pembelajaran yang dilakukan masih berfokus pada pengetahuan, ingatan dan penalaran (Mardatillah & Kristayulita, 2024). Minimnya respons peserta didik serta kebiasaan menghafal tanpa memahami konsep mengakibatkan kurangnya latihan dalam berpikir kritis. Partisipasi aktif peserta didik juga masih rendah, terlihat dari sedikitnya peserta didik yang berani bertanya dan mengemukakan pendapat (Arif dkk., 2019). Selain kurangnya keaktifan peserta didik dalam proses belajar mengajar, kurangnya keterampilan guru dalam menyampaikan materi pelajaran termasuk penggunaan model pembelajaran yang kurang tepat juga menjadi faktor penyebab rendahnya kemampuan berpikir kritis peserta didik (Mulyanti dkk., 2023).

Berdasarkan uraian diatas dibutuhkan upaya untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik dengan menerapkan model pembelajaran yang sesuai agar peserta didik terlibat aktif dalam mencari informasi dan memecahkan tantangan untuk mengatasi permasalahan yang nyata (Mukarromah dkk., 2020). Oleh karena itu, mengingat tujuan pendidikan adalah menjadikan peserta didik sebagai pembelajar mandiri dan kritis, dibutuhkan langkah-langkah yang dapat mendukung serta memfasilitasi perkembangan kemampuan berpikir peserta didik secara aktif. Salah satu model pembelajaran yang dapat digunakan yaitu model PBL. Model pembelajaran berbasis masalah sangat sesuai diterapkan untuk menumbuhkan peserta didik yang mandiri, aktif, kreatif, serta berorientasi pada pemecahan solusi (Wiono dkk., 2025). PBL juga menjadi salah satu model pembelajaran yang mampu memenuhi tujuan pendidikan abad ke 21 karena PBL melibatkan prinsip-prinsip 4C yaitu *critical thinking*, *communication*, *collaboration* dan *creativity*. PBL menjadikan perubahan dalam proses pembelajaran *teacher centered* menjadi *student centered*, sedangkan pendidik mengalami perubahan peran dari sumber pengetahuan menjadi fasilitator dalam memperoleh pengetahuan (Ariyatun & Octavianelis, 2020).

Proses pembelajaran yang efektif salah satunya adalah dengan memadukan model dan pendekatan pembelajaran. *Pendekatan Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) dapat menjadi pendekatan pembelajaran multidisiplin yang digunakan untuk mengintegrasikan pengetahuan dari mata pelajaran STEM yang terpisah ke dalam program pembelajaran sains, teknologi, teknik atau matematika yang ada menggunakan pembelajaran berbasis proyek, studi berbasis desain teknik, atau pembelajaran berbasis masalah (Sutaphan & Yuenyong, 2019). STEM adalah suatu pendekatan pembelajaran yang memungkinkan peserta didik untuk merancang, mengembangkan, dan memanfaatkan teknologi, serta mengaplikasikan pengetahuan mereka dalam menyelesaikan masalah yang dekat dengan kehidupan nyata sehingga dapat mendorong peningkatan kemampuan berpikir kritis. Pendekatan STEM juga menjadi salah satu alternatif pembelajaran sains yang bertujuan untuk membentuk generasi yang siap menghadapi tantangan abad ke-21.

Penerapan model PBL dalam pembelajaran akan memberikan hasil yang lebih optimal apabila dikombinasikan dengan pendekatan pembelajaran yang aktif, seperti pendekatan STEM. Dengan demikian, model PBL terintegrasi STEM sangat sesuai diterapkan dan dapat dikolaborasikan dalam peningkatan kemampuan berpikir kritis, karena dapat menyelesaikan permasalahan yang autentik dengan mengkolaborasikan keempat bidang STEM. Model PBL yang dipadukan dengan STEM sangat cocok untuk diterapkan karena keduanya memiliki kesamaan karakteristik, yaitu sama-sama dimulai dari suatu permasalahan sebagai titik tolak pembelajaran (Syukri, 2020). Hal ini mendorong peserta didik untuk berperan aktif dalam mencari atau menggali informasi dan memecahkan masalah pembelajaran secara aktif, kreatif dan berpikir kritis terhadap fenomena yang dihadapinya (Hi.Sabtu dkk.,2022). Pembelajaran PBL terintegrasi STEM dikatakan memiliki potensi besar untuk mengembangkan pemikiran kritis peserta didik dalam pembelajaran IPA. Berdasarkan tinjauan literatur, pengintegrasian model PBL ke dalam mata pelajaran STEM ternyata berimplikasi pada pembelajaran sains. Rata-rata hasil belajar menunjukkan adanya peningkatan berpikir kritis peserta didik (Hermawan dkk., 2023)

Model *Problem-Based Learning* (PBL) terintegrasi STEM sangat relevan diterapkan pada materi perubahan iklim karena karakteristiknya yang berfokus pada pemecahan masalah nyata dan kontekstual. Perubahan iklim merupakan isu global yang kompleks dan berkaitan erat dengan berbagai aspek kehidupan, sehingga pembelajarannya memerlukan pendekatan lintas disiplin untuk memahami permasalahan secara utuh dan menemukan solusi aplikatif. Melalui integrasi sains, teknologi, *engineering*, dan matematika (STEM), peserta didik didorong untuk menganalisis penyebab, dampak, serta merancang inovasi sederhana yang berkaitan dengan mitigasi atau adaptasi perubahan iklim. Proses ini tidak hanya memperkuat penguasaan konsep, tetapi juga melatih kemampuan berpikir kritis yang merupakan bagian dari keterampilan abad 21 dan sejalan dengan tuntutan industri 4.0. Selain itu, perubahan iklim menjadi salah satu masalah global yang sangat krusial karena mengancam kelangsungan hidup manusia. Oleh sebab itu, perhatian yang serius diperlukan dari pemangku

kebijakan dan semua lapisan masyarakat untuk mengatasi dampak yang ditimbulkan oleh fenomena tersebut. Kurangnya kesadaran manusia tentang perubahan iklim merupakan salah satu penyebab terjadinya perubahan iklim. Upaya untuk meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap fenomena perubahan iklim dapat dilakukan dengan mengaitkannya pada pembelajaran. Pendidikan memiliki peran krusial dalam membentuk peserta didik yang peduli terhadap lingkungan sehingga mampu mengatasi berbagai permasalahan yang ada (Arwan dkk., 2022).

Berdasarkan wawancara yang telah dilakukan peneliti di SMAN 1 Negeri Katon dengan guru biologi kelas X diperoleh informasi bahwa kemampuan berpikir kritis peserta didik masih tergolong rendah. Saat diberikan soal untuk menguji kemampuan awal berpikir kritis hanya sekitar 38,58% peserta didik yang mampu menjawab dengan benar. Kemampuan dalam bertanya, menjawab dan menggali suatu permasalahan masih rendah. Rata-rata mereka mau belajar pada saat akan melaksanakan ulangan, dan jarang untuk mempelajari kembali apa yang sudah dipelajari di sekolah. Fakta lain juga terlihat dalam hal penguasaan materi. Saat diberikan materi pelajaran yang bersifat hafalan, peserta didik cukup menguasai atau mampu menghafal materi yang telah diberikan dan mampu menjelaskan materi. Tetapi saat diberikan tugas untuk mengkaji materi, peserta didik cenderung menjelaskan kembali bukan dengan pemikirannya tetapi dengan kalimat-kalimat yang hampir sama dengan sumber buku yang mereka gunakan. Peserta didik tidak mampu mengembangkan isi dari materi dengan menggunakan kalimat sendiri dan menganalisis, mengevaluasi, membuat solusi dan kesimpulan dari situasi atau permasalahan. Kemudian proses pembelajaran dikelas belum mengarah pada peningkatan kemampuan berpikir kritis. Indikator berpikir kritis belum digunakan secara rinci oleh guru karena proses pembelajaran yang dilakukan guru masih bersifat menjelaskan materi pembelajaran, kemudian peserta didik mendengarkan dan mencatat (*teacher centered*).

Penelitian tentang pengaruh PBL terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik di Indonesia sudah dilakukan oleh beberapa peneliti. Seperti yang dilakukan oleh Putri, D. M., & Fitri, R. (2022) hasil penelitian yang didapat menunjukkan bahwa model pembelajaran PBL memiliki poin-poin atau karakteristik khusus yang baik dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik terutama dalam pembelajaran Biologi. Pernyataan tersebut sejalan dengan penelitian Lapuz & Fulgencio (2020) menyatakan penggunaan PBL dapat meningkatkan Kemampuan berpikir kritis yang signifikan sebelum dan sesudah kegiatan belajar. Model ini memiliki pengaruh yang lebih tinggi terhadap kemampuan berpikir kritis dibandingkan dengan model konvensional. Selanjutnya Hermawan dkk., (2023) telah meneliti pengaruh PBL terintegrasi STEM dan terbukti memperkuat keterampilan kognitif peserta didik, termasuk kemampuan analisis kritis dalam menyelesaikan masalah kompleks. Pendekatan ini memberikan konteks pembelajaran yang relevan dan memotivasi peserta didik untuk mengaitkan teori dengan aplikasi nyata. Sejalan dengan hasil penelitian Vistara dkk., (2022) menunjukkan bahwa integrasi PBL dengan STEM efektif meningkatkan keterampilan abad 21, khususnya keterampilan 4C (*critical thinking, creativity, collaboration, communication*). Peserta didik tidak hanya fokus pada penyelesaian masalah, tetapi juga menggunakan pengetahuan dari bidang sains, teknologi, matematika dan rekayasa sehingga berpikir kritis terasah optimal. Khairun dkk., (2022) juga melakukan penelitian di SMA Negeri 1 Sigli dengan desain *Pretest Posttest Control Group* menunjukkan bahwa pendekatan STEM berpengaruh signifikan meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai “Pengaruh Model *Problem-Based Learning* Terintegrasi STEM Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Pada Materi Perubahan Iklim”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut

1. Bagaimana pengaruh model pembelajaran PBL terintegrasi STEM terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi perubahan iklim?
2. Bagaimana tanggapan peserta didik terhadap penerapan model pembelajaran PBL terintegrasi STEM dalam proses pembelajaran pada materi perubahan iklim?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Mengetahui pengaruh model pembelajaran PBL terintegrasi STEM terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi perubahan iklim.
2. Mengetahui tanggapan peserta didik terhadap penerapan model pembelajaran PBL terintegrasi STEM pada materi perubahan iklim.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian yang diharapkan pada peneliti ini yaitu sebagai berikut

1. Bagi Peserta Didik
Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengalaman belajar baru yang berbeda dengan menggunakan model pembelajaran PBL terintegrasi STEM untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dalam proses pembelajaran.
2. Bagi Pendidik
Memberikan wawasan baru dan pengalaman dalam penerapan model pembelajaran PBL terintegrasi STEM yang diharapkan dapat menjadi

referensi dalam mengajar untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik di kelas.

3. Bagi Pihak Sekolah

Diharapkan dapat menjadi acuan dalam upaya peningkatan mutu sekolah dan menjadi bahan koreksi serta masukan untuk lebih memperhatikan tentang pentingnya penggunaan model pembelajaran yang tepat untuk menarik minat belajar peserta didik yang akan berdampak pada peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik saat pembelajaran di kelas berlangsung.

4. Bagi Peneliti

Menambah pengalaman dan pengetahuan, terutama tentang model pembelajaran PBL terintegrasi STEM serta mengetahui kelebihan dan kekurangannya ketika diimplementasikan pada saat mengajar sebagai persiapan menjadi pendidik dimasa yang akan mendatang.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian yang dilakukan, yaitu:

Untuk menghindari terjadinya kesalahpahaman penafsiran, maka peneliti membatasi masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini menggunakan model pembelajaran PBL, yaitu model pembelajaran yang difokuskan pada pengalaman pembelajaran yang meliputi penyelidikan dan pemecahan masalah khususnya masalah yang terjadi pada kehidupan sehari-hari. Sintaks dalam pembelajaran berbasis masalah antara lain: (1) mengorientasi peserta didik terhadap masalah, (2) mengorganisasi peserta didik untuk belajar, (3) membimbing penyelidikan individu dan kelompok, (4) mengembangkan dan menyajikan hasil karya, (5) menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah (Arends, 2012).
2. *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) adalah suatu pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan sains, teknologi, rekayasa dan matematika dalam proses pendidikan yang berfokus pada pemecahan masalah dalam kehidupan sehari-hari yang nyata (Davidi dkk., 2021).

3. Penelitian ini berorientasi pada kemampuan berpikir kritis peserta didik. Kemampuan berpikir kritis adalah suatu kegiatan melalui cara berpikir tentang ide atau gagasan yang berhubungan dengan konsep yang diberikan atau masalah yang telah ditunjukkan. Keterampilan berpikir kritis mengacu pada lima aspek sebagai indikator dalam berpikir kritis menurut Ennis, antara lain: (1) memberikan penjelasan sederhana, (2) membangun keterampilan dasar, (3) menyimpulkan, (4) memberi penjelasan lanjut, dan (5) mengatur strategi dan taktik (Ennis, 2011).
4. Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah materi perubahan iklim kelas X dengan Capaian Pembelajaran yaitu pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan untuk memahami proses perubahan iklim sehingga responsif dan dapat berperan aktif dalam menyelesaikan masalah pada isu-isu lokal dan global.
5. Subjek dalam penelitian ini adalah peserta didik kelas X SMA Negeri 1 Negeri Katon pada tahun ajaran 2024/2025.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Model *Problem-Based Learning* (PBL)

Problem-Based Learning merupakan model pembelajaran yang menekankan pada pemecahan masalah nyata, di mana peserta didik bekerja dalam kelompok, menerima umpan balik, serta terlibat dalam diskusi yang berperan sebagai pijakan untuk investigasi, penyelidikan, dan penyusunan laporan akhir. Pembelajaran berpusat pada peserta didik dan pendidik berperan sebagai fasilitator. Dengan pendekatan ini, peserta didik didorong untuk lebih aktif dalam proses pembelajaran serta mengasah keterampilan berpikir kritis (Susanto, 2020). Sedangkan menurut Kamdi dalam (Ardianti dkk., 2021) berpendapat bahwa model PBL diartikan sebagai sebuah model pembelajaran yang didalamnya melibatkan peserta didik untuk berusaha memecahkan masalah dengan melalui beberapa tahap metode ilmiah sehingga peserta didik diharapkan mampu mempelajari pengetahuan yang berkaitan dengan masalah tersebut dan sekaligus peserta didik diharapkan akan memiliki keterampilan dalam memecahkan masalah. PBL adalah model pembelajaran yang melibatkan peserta didik dalam menghadapi permasalahan nyata yang pernah mereka alami.

PBL adalah model pembelajaran yang menggunakan permasalahan dunia nyata sebagai konteks berpikir, sehingga peserta didik dapat mengembangkan keterampilan dan kemampuan berpikir kritis dalam menyelesaikan masalah serta memperoleh pengetahuan dan konsep yang relevan dengan materi pembelajaran. Menurut Arends, R. (2012), karakteristik model PBL meliputi: (1) Masalah yang disajikan berasal dari kehidupan nyata, memungkinkan peserta didik merumuskan pertanyaan dan mencari berbagai solusi. (2) Pembelajaran bersifat interdisipliner,

sehingga peserta didik dapat menganalisis masalah dari berbagai perspektif mata pelajaran. (3) Proses pembelajaran dilakukan melalui penyelidikan autentik yang sesuai dengan metode ilmiah. (4) Hasil pembelajaran dapat berupa karya nyata atau peragaan yang dapat dipublikasikan. (5) Peserta didik bekerja sama dan saling memotivasi dalam menyelesaikan masalah, sehingga keterampilan sosial mereka dapat berkembang. Berikut langkah-langkah model PBL yang dijabarkan pada tabel berikut

Tabel 1. Sintaks Model Pembelajaran PBL

No	Fase	Kegiatan Pembelajaran	Integrasi dengan STEM
1	Mengorientasikan peserta didik pada masalah	Peserta didik diberikan permasalahan lingkungan sekitar. Peserta didik memahami detail permasalahan yang akan dibahas.	<i>Science</i> : mengidentifikasi masalah di lingkungan sekitar <i>Technology</i> : scan barcode menggunakan handphone
2	Mengorganisasikan peserta didik untuk belajar	Peserta didik menentukan dan mengatur tugas-tugas belajar, mengelompokkan rincian masalah yang dibahas dan mencari cara untuk menyelesaikan masalah tersebut.	<i>Mathematics</i> : menghitung rata-rata curah hujan tahunan melalui grafik.
3	Membantu penyelidikan mandiri maupun kelompok	Peserta didik melakukan penyelidikan untuk memecahkan masalah lingkungan. Peserta didik dapat menyelidiki masalah tersebut secara individu atau berkelompok.	<i>Science dan technology</i> : mencari informasi dari berbagai sumber untuk menyelidiki masalah
4	Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	Peserta didik menjelaskan hasil pemecahan masalah melalui presentasi kelas. Pada tahap ini, peserta didik memecahkan masalah dengan langkah-langkah yang paling tepat	<i>Technology dan engineering</i> : membuat rancangan solusi berupa poster, kampanye, alat, atau media digital.
5	Menganalisa dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	Peserta didik melakukan analisis dan evaluasi terhadap proses penanggulangan masalah, kemudian menyimpulkan penyelesaian masalah yang benar dan tepat.	<i>Engineering</i> : evaluasi terhadap efektivitas solusi yang telah dibuat. <i>Science</i> : menjelaskan berdasarkan data, informasi, dan kondisi yang telah dipelajari.

Sumber : (Arends, 2012)

Dari beberapa definisi di atas, maka dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran PBL menjadi sebuah model pembelajaran yang menerapkan masalah dalam dunia nyata sebagai sebuah konteks bagi para peserta didik dalam berlatih bagaimana cara berpikir kritis dan mendapatkan keterampilan dalam pemecahan masalah, serta tak terlupakan untuk mendapatkan pengetahuan sekaligus konsep yang penting dari materi ajar yang dibicarakan. Harapannya, dengan diterapkan model ini dalam pembelajaran peserta didik mampu memecahkan masalah dengan cara berpikir kritis baik secara individu ataupun kelompok sehingga peserta didik dapat membangun pengetahuan untuk dirinya sendiri dari masalah yang ditemukannya (Hermansyah, 2020).

Menurut Hermansyah (2020), kelebihan PBL meliputi:

1. Menantang kemampuan peserta didik serta memberikan kepuasan dalam menemukan pengetahuan baru.
2. Meningkatkan motivasi dan keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran.
3. Membantu peserta didik dalam mentransfer pengetahuan untuk memahami permasalahan dunia nyata.
4. Mendorong peserta didik untuk mengembangkan wawasan baru serta bertanggung jawab terhadap pembelajaran mereka.
5. Mengasah kemampuan berpikir kritis dan beradaptasi dengan informasi atau pengetahuan baru.
6. Memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk menerapkan ilmu yang telah dipelajari dalam kehidupan sehari-hari.
7. Menumbuhkan minat belajar yang berkelanjutan, bahkan setelah pendidikan formal berakhir.
8. Memudahkan peserta didik dalam memahami konsep-konsep yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah dunia nyata.

Namun, PBL juga memiliki beberapa kelemahan, di antaranya:

1. Jika peserta didik kurang berminat atau merasa bahwa permasalahan yang dihadapi terlalu sulit, mereka cenderung enggan untuk mencoba.
2. Penerapan strategi pembelajaran PBL memerlukan persiapan yang cukup matang dan membutuhkan waktu lebih lama.
3. Tanpa pemahaman akan tujuan dari pemecahan masalah, peserta didik mungkin tidak memperoleh pembelajaran yang diharapkan.

2.2 Pendekatan STEM

STEM adalah singkatan dari *Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Istilah ini pertama kali diperkenalkan oleh *National Science Foundation* (NSF) di Amerika Serikat sekitar tahun 1990 sebagai bagian dari gerakan reformasi pendidikan. Tujuannya adalah untuk membangun tenaga kerja di bidang STEM, meningkatkan literasi STEM di kalangan masyarakat, serta memperkuat daya saing global Amerika Serikat dalam inovasi ilmu pengetahuan dan teknologi. STEM merupakan pendekatan yang menghubungkan permasalahan di dunia nyata dengan pembelajaran berbasis masalah. Dalam model ini, proses pembelajaran dilakukan secara sistematis melalui pemecahan masalah menggunakan konsep matematika, pengamatan serta eksperimen dalam bidang sains, penerapan keahlian teknik, dan pemanfaatan teknologi yang tersedia (Dewita dkk., 2023). Menurut Davidi dkk., (2021) Pendidikan STEM menunjukkan kepada peserta didik bagaimana konsep, prinsip, serta teknik dalam keempat bidang tersebut dapat digunakan secara terpadu untuk merancang produk, proses, dan sistem yang bermanfaat bagi kehidupan manusia.

STEM terdiri dari empat disiplin utama, yaitu Sains, Teknologi, Teknik, dan Matematika, yang dapat dijabarkan sebagai berikut: (1) Sains, membantu mengembangkan minat dan pemahaman tentang kehidupan, materi, serta dunia fisik, sekaligus melatih keterampilan kolaborasi, penelitian, penyelidikan kritis, dan eksperimen. (2) Teknologi, mencakup berbagai bidang yang berfokus pada

penerapan pengetahuan, keterampilan, dan pemikiran komputasional untuk meningkatkan kemampuan manusia serta memenuhi kebutuhan dan keinginannya. (3) Teknik (*Engineering*), melibatkan keterampilan dan pengetahuan dalam merancang serta membangun mesin, peralatan, atau proses yang berguna untuk menyelesaikan permasalahan nyata. (4) Matematika, memberikan keterampilan dalam menafsirkan dan menganalisis informasi, menyederhanakan serta menyelesaikan masalah, menilai risiko, membuat keputusan berbasis data, serta memahami dunia melalui pemodelan konsep abstrak dan konkret (Davidi dkk., 2021). Pendekatan STEM fokus kepada integrasi sains, teknologi, teknik, dan matematika untuk memecahkan suatu permasalahan pada situasi kehidupan nyata, dimana masing-masing aspek memiliki peran dalam proses pemecahan dan penyelidikan masalah. Penjelasan mengenai aspek pendekatan STEM dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Aspek-aspek STEM

Aspek STEM	Proses	Keterangan
Sains (<i>Science</i>)	Penyelidikan Sains (<i>Science Inquiry</i>)	Pengetahuan mengenai hukum-hukum dan konsep-konsep yang berlaku di alam, yang meliputi beberapa disiplin ilmu, yaitu biologi, fisika dan kimia.
Teknologi (<i>Technology</i>)	Literasi Teknologi (<i>Technology Literacy</i>)	Sebagai proses yang melibatkan aktivitas dengan menggunakan teknologi, baik dalam hal perancangan maupun pembuatan sesuatu.
Teknik (<i>Engineering</i>)	Rancangan teknik (<i>Engineering Design</i>)	Proses rancangan teknik yang memungkinkan membangun pengetahuan untuk mengoperasikan atau mendesain sebuah prosedur untuk menyelesaikan sebuah masalah.
Matematika (<i>Mathematics</i>)	Berpikir matematis (<i>Mathematical Thinking</i>)	Menghubungkan antara besaran, angka dan ruang yang hanya membutuhkan argumen logis tanpa atau disertai dengan bukti empiris.

Sumber: (Kelley & Knowles, 2016)

Pendekatan STEM juga memiliki berbagai manfaat pada hasil belajar peserta didik. Manfaat yang diperoleh dapat mencakup aspek kognitif, psikomotor, dan afektif. Dari aspek kognitif, pendekatan ini secara signifikan meningkatkan pengetahuan tentang keberlanjutan serta berkontribusi positif terhadap kemampuan berpikir kritis, kreatif, dan pemecahan masalah. Pada aspek

psikomotorik, STEM berdampak pada pengembangan keterampilan dalam menggambar dan teknik desain. Sementara itu, dari aspek afektif, pendekatan ini membantu mendorong perubahan positif pada peserta didik, baik dalam proses pembelajaran maupun aspek emosional mereka. Pendekatan pembelajaran STEM dengan mengintegrasikan keempat komponennya mampu menghasilkan aktivitas berpikir peserta didik yang berguna untuk membantu memunculkan berpikir kritis peserta didik yang ditandai dengan kemampuan memecahkan masalah, mengambil keputusan, menganalisis asumsi, mengevaluasi, dan melakukan penyelidikan (Davidi dkk., 2021). Melalui pendidikan STEM, peserta didik dibina untuk menjadi individu yang mampu menyelesaikan masalah, belajar hal-hal baru, serta menciptakan solusi kreatif. Mereka juga dilatih untuk mandiri, berpikir logis, dan memiliki literasi teknologi yang baik (Muttaqin, 2023).

2.3 Kemampuan Berpikir Kritis

Berpikir kritis diartikan sebagai “proses aktif” dan “cara berpikir secara teratur atau sistematis” untuk memahami informasi atau persoalan secara mendalam, sehingga membentuk keyakinan dalam kebenaran informasi yang didapat atau pendapat yang disampaikan (Supriyati dkk., 2018). Menurut Fatahullah dalam (Arif dkk., 2019), berpikir kritis adalah keterampilan mengelola informasi yang terdiri dari identifikasi masalah sehingga dapat menemukan sebab suatu kejadian, berpikir logis, menilai dampak suatu kejadian, membuat sebuah solusi dan menarik kesimpulan. Berpikir kritis merupakan proses meninjau, mengevaluasi dan menilai suatu hal guna menghasilkan kesimpulan yang logis dan beralasan. Dengan kemampuan ini, peserta didik dapat menganalisis berbagai bukti untuk merumuskan kesimpulan secara rasional (Annisa dkk., 2020). Menurut King, dkk. dalam (Redhana, 2019) Keterampilan berpikir kritis merupakan keterampilan untuk melakukan berbagai analisis, penilaian, evaluasi, rekonstruksi, pengambilan keputusan yang mengarah pada tindakan yang rasional dan logis. Pemecahan masalah merupakan bagian dari berpikir kritis yang dilakukan untuk menyelesaikan suatu masalah dengan cara lebih kompleks.

Mendukung asumsi tersebut Lau (2011) menjelaskan “*Critical thinking is thinking clearly and rationally. It involves thinking precisely and systematically and following the rules of logic and scientific reasoning, among another things*”.

Berpikir kritis menuntut individu untuk berpikir secara lebih jernih, rasional, tersistematis, logis dan memiliki alasan ilmiah mendasar yang memungkinkannya berbeda dari konsep berpikir metakognitif ataupun berpikir kreatif. Dengan prinsip berpikir yang lebih kompleks tersebut, konteks berpikir kritis menjadi semakin objektif dan mendasar. Hasil kajian dari pemikiran kritis, memungkinkan individu mengambil keputusan dan pilihan yang tepat sesuai yang dibutuhkan.

Kemampuan berpikir kritis merupakan salah satu kemampuan abad ke 21 yang harus dimiliki oleh seseorang (Mukarromah dkk., 2020). Berpikir kritis mendorong keterlibatan peserta didik dalam masalah nyata melalui penerapan berbagai teknik pemecahan masalah (Miranda dkk., 2021). Berpikir kritis menekankan peserta didik untuk meningkatkan kemampuan belajar lebih luas, dilakukan secara mudah dengan melalui beberapa proses, yang dilatih serta dikembangkan oleh guru selama pembelajaran (Masitah dkk., 2022). Menurut (Nuryanti dkk., 2018), seseorang yang memiliki pikiran yang kritis mampu menganalisis dan mengevaluasi informasi yang didapatnya. Berdasarkan pendapat-pendapat tersebut, dapat disimpulkan bahwa kemampuan berpikir kritis merupakan proses menganalisis, mengevaluasi, membuat solusi dan kesimpulan dari situasi atau permasalahan. Kemampuan berpikir kritis memiliki 5 indikator (Ennis, 2011) pada tabel berikut.

Tabel 3. Indikator Berpikir Kritis

No	Indikator Berpikir Kritis	Sub Indikator Keterampilan Berpikir Kritis
1	Memberikan penjelasan sederhana (<i>elementary clarification</i>)	a. Memfokuskan pertanyaan b. Menganalisis argumen c. Bertanya dan menjawab pertanyaan klarifikasi
2	Membangun keterampilan dasar (<i>basic support</i>)	a. Mempertimbangkan apakah sumber dapat dibangun atau tidak b. Mengobservasi dan mempertimbangkan hasil observasi
3	Menyimpulkan (<i>inference</i>)	a. Membuat deduksi dan mempertimbangkan hasil deduksi

		b. Membuat induksi dan mempertimbangkan hasil induksi
		c. Membuat dan mengkajinilai hasil pertimbangan
4	Memberikan penjelasan lanjutan (<i>advanced clarification</i>)	a. Mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan definisi
		b. Mengidentifikasi asumsi
5	Mengatur strategi dan taktik (<i>strategies and tactics</i>)	a. Memutuskan suatu Tindakan
		b. Berinteraksi dengan orang lain

Sumber: (Ennis, 2011)

2.4 Materi Perubahan Iklim

Penelitian ini menggunakan materi Perubahan Iklim kelas X semester genap fase E kurikulum merdeka. Capaian pembelajaran pada Fase E yaitu, peserta didik menerapkan pemahaman IPA untuk mengatasi permasalahan berkaitan dengan perubahan iklim. Melalui pembelajaran ini, peserta didik diharapkan memiliki kemampuan untuk memahami, responsif, dan dapat berperan aktif dalam memberikan penyelesaian masalah pada isu-isu lokal dan global. Keluasan dan kedalaman materi disajikan pada tabel 4 sebagai berikut:

Tabel 4. Keluasan dan Kedalaman Materi Perubahan Iklim

Keluasan	Kedalaman
Perubahan iklim	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengertian perubahan iklim 2. Faktor-faktor perubahan iklim <ol style="list-style-type: none"> a. Peningkatan CO₂ b. Efek rumah kaca c. Aktivitas manusia <ol style="list-style-type: none"> (1) Kegiatan alih fungsi lahan (2) Penggunaan freon dalam kehidupan sehari-hari (3) Aktivitas kendaraan bermotor
Gejala perubahana iklim	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peningkatan suhu bumi 2. Mencairnya es di kutub kenaikan permukaan air laut 3. Meningkatnya suhu air laut 4. Muaca ekstrem <ol style="list-style-type: none"> a. El Nino b. La Nina c. Netral
Dampak perubahan iklim	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bencana alam

	<ol style="list-style-type: none"> 2. Perubahan ekosistem dan keanekaragaman hayati 3. Kesehatan manusia 4. Kerugian ekonomi
Upaya mitigasi dan adaptasi perubahan iklim	<ol style="list-style-type: none"> 1. Penggunaan energi terbarukan 2. Melakukan penanaman hutan (reboisasi) dalam skala besar 3. Membatasi penggunaan bahan bakar fosil untuk mengurangi emisi di udara

Konsep materi perubahan sesuai keluasan dan kedalaman ditinjau dari buku Ilmu Pengetahuan Alam kelas X Kurikulum Merdeka cetakan pertama 2023 penerbit Kemendikbud (Resminingpuri dkk., 2023)

1. Pengertian Perubahan Iklim

Iklim merupakan pola cuaca dan keadaan atmosfer (tekanan udara, curah hujan, suhu, angin, dan lain-lain) pada luasan daerah tertentu dalam jangka waktu tertentu. Perubahan suhu dan pola cuaca dalam jangka panjang disebut sebagai perubahan iklim. Perubahan iklim mengakibatkan dampak berantai bagi masyarakat, sehingga isu mengenai perubahan iklim sangat penting dan menjadi tanggung jawab masyarakat global.

2. Faktor-faktor penyebab perubahan iklim

a. Peningkatan kadar CO₂

Kandungan CO₂ di atmosfer adalah hasil aktivitas manusia yang sebagian besar berasal dari penggunaan bahan bakar fosil, baik untuk kegiatan industri maupun berkendara. Bahan bakar mengalami reaksi pembakaran. Gas CO₂ hasil pembakaran diemisikan ke atmosfer sekitar 57%, sedangkan sisanya masuk ke laut dan terserap oleh reaksi fotosintesis. Jumlah atom karbon selalu sama, baik dalam bentuk CO₂ di udara maupun dalam bentuk senyawa lainnya di luar emisi CO₂. Oleh karena itu, emisi CO₂ di udara harus dikurangi.

b. Efek rumah kaca

Gambaran rumah kaca adalah ruangan transparan terbuat dari kaca yang berfungsi untuk memerangkap udara hangat yang bermanfaat bagi tumbuhan. Atmosfer bumi pun memiliki sistem serupa dengan rumah kaca tersebut. Bedanya rumah kaca pada atmosfer bumi tersusun oleh gas rumah kaca, yaitu karbon dioksida, belerang dioksida, nitrogen monoksida, nitrogen dioksida, metana, dan lain-lain. Peristiwa terperangkapnya udara hangat di bumi dikenal dengan istilah efek rumah kaca. Sumber panas utama permukaan bumi adalah sinar matahari berupa radiasi gelombang pendek dan cahaya tampak. Saat sampai di permukaan bumi, radiasi tersebut berubah menjadi energi panas. Energi panas dimanfaatkan dalam menunjang aktivitas manusia, seperti mengeringkan baju, mengeringkan hasil pertanian, dan pembangkit tenaga listrik.

Energi panas tersebut sebagian diserap oleh permukaan bumi dan sebagian dipantulkan kembali ke angkasa dalam bentuk radiasi inframerah. Namun, gelombang inframerah tidak dapat dilepaskan menuju luar angkasa, melainkan dipantulkan kembali menuju bumi oleh gas-gas rumah kaca di atmosfer bumi, sehingga kebutuhan suhu rata-rata 15°C untuk permukaan bumi dari efek rumah kaca dapat terpenuhi. Dalam keadaan normal, efek rumah kaca berfungsi untuk menjaga suhu antara siang dan malam tidak berbeda jauh, dan menjaga suhu bumi tetap hangat. Jika pada atmosfer bumi kekurangan gas rumah kaca, suhu bumi akan menurun dan permukaan bumi akan ditutupi es. Jika jumlah gas rumah kaca pada atmosfer berlebihan, peningkatan suhu bumi akan terjadi secara tidak wajar. Kini, temperatur yang dihasilkan oleh emisi gelombang panas gas rumah kaca terhadap bumi telah meningkatkan temperatur bumi sebesar $0,6$ hingga $0,9^{\circ}\text{C}$.

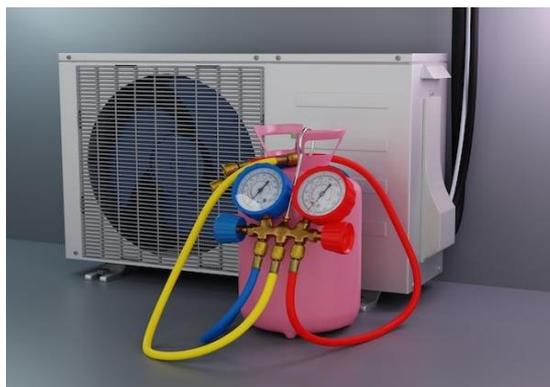
c. Aktivitas manusia

1) Kegiatan alih fungsi lahan

Alih fungsi lahan, khususnya lahan hutan, selain mengurangi habitat hewan dan tumbuhan, bahkan mengganggu keanekaragaman hayati, ternyata juga memiliki andil dalam peningkatan suhu bumi. Alih fungsi lahan dilakukan dengan cara yang paling umum, yaitu membakar lahan hutan. Hal ini menyebabkan pelepasan gas rumah kaca (CO_2) dan karbon monoksida (CO_2) yang berbahaya bagi kesehatan. Penebangan liar adalah kegiatan penebangan pohon hutan, pengangkutan, dan penjualan kayu maupun hasil olahan kayu yang tidak sah dan tidak memiliki izin dari otoritas setempat. Kegiatan ini sering tidak terkendali dan tanpa disadari menurunkan populasi tanaman.

2) Penggunaan freon dalam kehidupan sehari-hari

Kloroluorokarbon sering disebut sebagai CFC. Freon umumnya berupa gas tidak berwarna atau cairan yang tidak berwarna yang mudah menguap pada suhu kamar. Gedung-gedung bertingkat di kota besar selalu dilengkapi pendingin ruangan yang mengandung freon yang banyak dimanfaatkan sebagai bahan refrigeran atau bahan pendingin ruangan untuk AC, kulkas, dan bahan aerosol.



Gambar 1. Pendingin Ruangan Menggunakan Freon

Sumber : Kompas.com

Freon dapat menimbulkan penipisan ozon, membentuk lubang pada ozon di atas wilayah Antartika, dan meningkatkan efek rumah kaca, maka melalui Perjanjian Montreal yang dibuat oleh PBB pada tahun 1987, penggunaan freon dibatasi. Ozon (O_3), yaitu molekul unsur yang mengandung atom oksigen. Sekitar 90% ozon terdapat pada lapisan stratosfer yang mempunyai ketinggian 15–30 km dari permukaan bumi. Tidak seperti ozon yang terdapat pada lapisan troposfer atau pada permukaan tanah, ozon yang terdapat pada lapisan stratosfer ini adalah ozon yang baik karena menyaring sebagian besar radiasi sinar ultraviolet tipe-B yang berbahaya. Dampak negatif penipisan ozon adalah timbulnya penyakit kanker, katarak, dan gangguan imun pada manusia, kerusakan pada ekosistem laut, dan menurunnya produktivitas tanaman.

3) Aktivitas kendaraan bermotor

Udara adalah faktor penting dalam kehidupan. Akibat aktivitas kendaraan bermotor meningkat maka emisi gas buang hasil reaksi pembakaran juga meningkat sehingga menyebabkan pencemaran udara terutama di perkotaan yang mencapai angka 70%. Gas-gas buang hasil reaksi pembakaran mengandung gas nitrogen oksida (NO_x), sulfur dioksida (SO_2), karbon monoksida (CO), metana (CH_4), dan pencemar partikulat berupa hidrokarbon dan logam timbal. Bahan bakar kendaraan bermotor, baik bensin maupun solar, berasal dari minyak bumi yang mengandung atom karbon (C) dan hidrogen (H), yaitu senyawa hidrokarbon (C_xH_y). Senyawa hidrokarbon yang dimaksud adalah heptana (C_7H_{16}) dan isooktana (C_7H_{18}).



Gambar 2. Polusi Udara Akibat Kendaraan Bermotor

Sumber: CNBC Indonesia.com

Untuk mengurangi emisi gas buang yang berbahaya maka dalam mesin kendaraan bermotor dipasang alat bernama katalitik konverter. Alat ini berfungsi mengubah gas-gas beracun menjadi gas-gas yang lebih ramah lingkungan. Ternyata penggunaan alat katalitik konverter pada mesin kendaraan bermotor dapat mengurangi emisi gas beracun, tetapi tetap dihasilkan gas karbon dioksida (CO_2). Hal ini akan terus berdampak pada pemanasan global. Selain itu, gas-gas buang ini dapat menyebabkan berbagai gangguan kesehatan yaitu penyakit kanker, gangguan pernapasan, sistem metabolisme tubuh, fungsi hati, kinerja hemoglobin dan darah, serta menurunnya tingkat kecerdasan.

3. Gejala Perubahan Iklim

a. Peningkatan suhu rata-rata permukaan bumi

Bumi telah mengalami peningkatan suhu global rata-rata lebih dari 1°C sejak 1880. Kenaikan suhu 1 derajat saja akan memiliki dampak yang sangat signifikan pada bumi. Badan Meteorologi Dunia (WMO) memprediksi kenaikan suhu udara hingga $1,5^\circ\text{C}$ pada 2024. Padahal pada Konferensi Perubahan Iklim PBB yang dilaksanakan pada 12 Desember 2015, di Paris, Perancis, berbagai pihak yang terlibat pada konferensi tersebut telah menyetujui untuk menjaga kenaikan suhu rata-rata global tetap terkendali dengan nilai di bawah $1,5^\circ\text{C}$. Kesepakatan tersebut dikenal sebagai Perjanjian Paris. Peningkatan suhu sebesar 1°C dapat

mengakibatkan berbagai masalah, seperti kekeringan, curah hujan lebat akibat siklon tropis, ketersediaan air bersih berkurang, punahnya spesies yang sensitif terhadap perubahan suhu, pergeseran bioma, banjir rob dan erosi, dan lain-lain. Para ilmuwan menyebutkan bahwa salah satu dampak signifikannya adalah kebakaran hutan yang melanda Amerika dan gelombang panas drastis yang menerjang India dan Pakistan.

b. Mencairnya es di kutub dan kenaikan permukaan air laut

Mencairnya es di kutub dapat mengakibatkan banjir dan longsor di pegunungan es, kurangnya kebutuhan air bersih di sekitar gletser, bahkan tenggelamnya pulau-pulau kecil. Luasan hamparan es atau gletser merupakan objek yang paling rentan terhadap perubahan suhu permukaan bumi. Pengaruh perubahan suhu bumi dapat dilihat secara langsung pada kasus pencairan gletser es pegunungan dan daratan es kutub. Hasil citra dari luar angkasa menunjukkan hamparan es bumi tampak berwarna putih cerah. Warna putih mampu memantulkan gelombang atau panas dengan baik, hamparan putih es tersebut bermanfaat untuk memantulkan kembali panas berlebih menuju ke luar angkasa. Dengan sistem seperti itu, hamparan es turut berperan penting untuk menjaga suhu bumi agar konstan. Oleh karena itu, berkurangnya hamparan es bumi dapat memperburuk kondisi peningkatan suhu permukaan bumi.

c. Peningkatan suhu permukaan air laut

Berdasarkan data yang dirilis oleh *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), suhu samudra secara global mengalami peningkatan sebesar $0,02^{\circ}\text{C}$ pada Agustus 2019. Diketahui bahwa laju kenaikan suhu rata-rata sebesar $0,14^{\circ}\text{C}$ tiap dekade sejak tahun 1901 hingga 2020. Kenaikan suhu air laut akan memengaruhi ekosistem laut. Makhluk hidup yang hidup di laut sangat sensitif terhadap perubahan suhu. Terumbu karang misalnya, akan mengalami pemutihan dan berdampak pada punahnya habitat ikan-ikan karang.

d. Perubahan pola cuaca ekstrem

Pada akhir Oktober 2020, curah hujan di wilayah Indonesia begitu tinggi. BMKG mengaitkan peningkatan potensi curah hujan sebesar 20% sampai dengan 40% akibat fenomena La Nina. Sementara pada Juli 2023, Indonesia diperkirakan akan mengalami musim kemarau yang panjang hingga Februari–Maret 2024. Fenomena tersebut disebut sebagai fenomena El Nino. Pada climate.gov, dijelaskan bahwa El Nino *Southern Oscillation* (ENSO) merupakan fenomena iklim di mana sirkulasi atmosfer global berubah akibat perubahan suhu permukaan air laut. Intensitas peristiwa ENSO yang sering dengan periode yang panjang mengindikasikan adanya pola cuaca ekstrem. ENSO memiliki dua fase yang berlawanan dan satu fase tambahan, yaitu El Nino, La Nina, dan netral.

1) El Nino

Peristiwa El Nino merupakan peristiwa meningkatnya suhu permukaan laut Samudra Pasifik tropis bagian timur dan tengah di atas rata-rata normal suhu permukaan laut. Secara umum, peristiwa El Nino menyebabkan penurunan suhu permukaan air laut di perairan wilayah Indonesia, sehingga proses pembentukan awan berkurang dan curah hujan menurun sehingga wilayah Indonesia mengalami kekeringan. Sementara di Samudra Pasifik tropis, curah hujan meningkat. Angin permukaan tingkat rendah yang biasanya bertiup dari timur ke barat (angin timur) di sepanjang ekuator mengalami penyimpangan arah, sehingga angin bertiup dari barat ke timur (angin barat).

2) La Nina

Peristiwa La Nina merupakan peristiwa menurunnya suhu permukaan laut Samudra Pasifik tropis bagian timur dan tengah di bawah rata-rata normal suhu permukaan laut. Pengaruh peristiwa La Nina di wilayah Indonesia adalah curah hujan cenderung meningkat dan membuat

cuaca pada musim kemarau Indonesia menjadi lebih basah. Sementara di Samudera Pasifik tropis, curah hujan menurun. Angin timur laut yang normal di sepanjang ekuator menjadi lebih kuat.

3) Netral

Kondisi netral ini bukan merupakan keadaan El Nino atau La Nina. Kondisi ini terjadi ketika suhu permukaan laut Samudra Pasifik tropis umumnya mendekati rata-rata.

4. Dampak Perubahan Iklim

a. Bencana alam

Seperti yang telah dijelaskan pada bahasan perubahan pola cuaca ekstrem, peristiwa El Nino menyebabkan kekeringan pada beberapa wilayah di Indonesia. Kekeringan yang berkepanjangan akan memicu terjadinya kebakaran hutan dan lahan gambut, berkurangnya ketersediaan air bersih bagi masyarakat, dan mudah tersebarnya berbagai penyakit.



Gambar 3. Kebakaran Hutan Akibat Suhu Panas Berkepanjangan

Sumber : jurnal kaltim.com

Kebalikannya, peristiwa La Nina menyebabkan peningkatan curah hujan dan badai yang destruktif sehingga berpotensi terjadinya bencana hidrometeorologi. Hujan yang berkepanjangan dengan kuantitas air yang tinggi menyebabkan daratan tidak mampu menyerap kelebihan air dan menimbulkan banjir.

b. Perubahan ekosistem dan keanekaragaman hayati

Ekosistem laut merupakan ekosistem yang paling sensitif terhadap peningkatan suhu. Pemanasan ini terjadi hingga kedalaman 700 Meter dari permukaan laut. Berdasarkan pembagian zona lautan, wilayah kedalaman tersebut merupakan wilayah yang paling tinggi keanekaragaman hayatinya. Suhu perairan berpengaruh pada karang. Meningkatnya suhu perairan menyebabkan karang mengalami pemutihan (*bleaching*), sehingga karang sulit tumbuh dan rentan penyakit, bahkan berujung pada kematian massal. Seperti yang telah kita ketahui bahwa karang merupakan habitat berbagai biota laut. Ketika karang mengalami kerusakan berarti kehidupan biota laut lainnya menjadi terancam. Selain itu, peningkatan suhu berpengaruh pada penyebaran spesies dan penyakit laut. Pada wilayah tertentu, bakteri akan meningkat jumlahnya sehingga mengurangi kadar oksigen di wilayah tersebut. Hal ini mengakibatkan organisme lainnya bermigrasi ke tempat lainnya dan bisa berujung pada kematian.

Selain ekosistem laut, ekosistem di daratan juga terancam. Perubahan kondisi gletser es di kutub dapat memengaruhi keberlangsungan hidup makhluk hidup yang hidup di daerah tersebut. Makhluk hidup selalu berusaha melakukan adaptasi terhadap perubahan kondisi habitatnya. Akan tetapi, tidak semua makhluk hidup dapat melakukan adaptasi terhadap perubahan kondisi habitatnya. Salah satu hewan yang tinggal di daerah kutub dan terdampak perubahan kondisi gletser es adalah beruang kutub. Beruang kutub terpaksa mencari makanan di daratan akibat es di atas lautan banyak yang telah mencair. Berkurangnya wilayah tempat berburu beruang kutub tentunya mempersempit peluang beruang kutub bertahan hidup. Jika hal ini terus terjadi secara terus menerus maka beruang kutub bisa mengalami kepunahan.



Gambar 4. Beruang Kutub yang Masuk Ke Jalanan Mencari Makan

Sumber: tempo.com

Salju yang menutupi permukaan tanah berperan sebagai isolator, sehingga tanah tetap hangat dan nutrisi dapat diserap oleh tanaman. Di sisi lain, pada daerah yang perubahan musim kemaraunya panjang, mengakibatkan intensitas kebakaran hutan meningkat. Banyak tumbuhan mengalami kekeringan akibat kekurangan air akan berdampak pada penurunan populasi tumbuhan, bahkan punahnya beberapa spesies tanaman.

c. Kesehatan manusia

Perubahan iklim dapat meningkatkan kasus terjangkitnya penyakit pada manusia, terutama penyakit-penyakit yang dibawa oleh vektor. Vektor penyakit seperti nyamuk mengalami perubahan waktu siklus hidup. Serangga sangat sensitif terhadap perubahan suhu. Siklus hidupnya menjadi pendek dan dapat mengubah distribusinya. Hal inilah yang menyebabkan peningkatan kasus penyakit demam berdarah dan malaria dan terjadi pergeseran distribusi penyakitnya. Sistem imun manusia dapat menurun akibat perubahan iklim. Perubahan suhu yang drastis dari dingin ke panas atau sebaliknya menyebabkan manusia mudah terserang penyakit. Selain itu, panas yang berkepanjangan dapat menyebabkan dehidrasi yang akan menyebabkan lemah sistem imun.

Peristiwa kebakaran hutan dan lahan gambut terjadi di Palangkaraya, Ketapang, dan wilayah lain. Peristiwa kebakaran hutan dan lahan gambut menghasilkan polusi udara berupa asap. Asap dapat meningkatkan risiko ISPA pada masyarakat di sekitar lokasi kebakaran. Hujan yang berkepanjangan dengan kuantitas air yang tinggi menyebabkan daratan tidak mampu menyerap kelebihan air dan menimbulkan banjir. Bencana alam seperti ini meningkatkan risiko tertularnya penyakit pada manusia, seperti diare, hepatitis A, kolera, disentri, berbagai penyakit kulit, dan cacangan.

d. Kerugian ekonomi

Pada sektor pertanian, peristiwa El Nino dapat menyebabkan kerugian ekonomi terutama sektor pertanian, misalnya perubahan pola periode musim. Kekeringan yang berkepanjangan dapat menyebabkan suplai air yang terbatas sehingga petani akan kesulitan bercocok tanam. Suhu yang tinggi juga dapat merusak tanaman akibat dehidrasi dan kekeringan. Peristiwa La Nina menyebabkan peningkatan curah hujan dan badai yang destruktif sehingga berpotensi terjadinya bencana hidrometeorologi. Hujan yang berkepanjangan dengan kuantitas air yang tinggi menyebabkan daratan tidak mampu menyerap kelebihan air dan menimbulkan banjir. Bencana alam seperti ini akan memicu kerusakan infrastruktur, pemukiman penduduk, dan hilang atau rusaknya harta benda. Tanaman rusak akibat busuk dan terendam oleh air. Kondisi ini diperparah dengan meningkatnya hama yang menyerang tanaman pertanian. Ketika curah hujan tinggi melanda beberapa hama dapat berkembang biak dengan cepat, seperti siput. Hal-hal tersebut tentunya akan memengaruhi produktivitas tanaman. Tanaman tidak tumbuh dengan optimal yang berdampak pada hasil produksi pertanian. Menurunnya hasil produksi pertanian, selain memunculkan kelangkaan pangan, juga akan memengaruhi harga pasar dan berdampak pada perekonomian.

5. Upaya Penanganan Perubahan Iklim

- a. Penggunaan terbarukan sebagai sumber energi yang ramah lingkungan. Penggunaan plastik menjadi hal yang biasa dalam keseharian. Tentu ini menjadi ancaman bagi bumi. Menurut data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2019), Indonesia menempati posisi kedua penyumbang sampah plastik terbesar di dunia pada angka 7,4 juta ton setiap tahun. Indeks pengelolaan plastik (Plastic Management Index) yang dilakukan pada 25 negara menunjukkan Indonesia berada di bawah Vietnam, Thailand, dan Malaysia. Jika diolah, limbah plastik berpotensi menjadi peluang munculnya produk-produk ramah lingkungan. Potensi tersebut dapat berupa:

- 1) Potensi energi hijau

limbah plastik dapat diolah menjadi salah satu sumber energi nonfosil karena Limbah plastik mengandung poliolein sehingga dapat diolah menjadi bahan bakar cair bensin dan diesel.

- 2) Potensi usaha pembuatan ecobrick

ecobrick memanfaatkan kemasan plastik makanan dan minuman, atau produk apa pun termasuk botol plastik, menjadi sebuah brick atau bata yang padat. Salah satu pemanfaatan ecobrick adalah sebagai bahan pembuatan perabot hingga bahan bangunan.



Gambar 5. Pengolahan Sampah Menjadi Ecobrick

Sumber: FKM UNAIR.com

3) Potensi bahan bangunan

Sampah plastik seperti botol plastik, kemasan produk mi instan, sabun cuci, kopi, dan makanan ringan dapat diolah menjadi batu bata, hollow block (batu bata berongga), dan roster (lubang angin pada dinding). Produk dari sampah plastik ini diaplikasikan untuk jalanan, rumah, dan tempat parkir. Di California, Amerika Serikat, perusahaan CalTrans mengaspal jalan yang diberi nama highway 162 menggunakan 100% sampah botol plastik.

4) Restorasi hutan

Reboisasi global yang dapat memberikan dampak mitigasi iklim secara bertahap dan jangka panjang. Dengan menanam, kita dapat memulihkan ekosistem sehingga keanekaragaman hayati terjaga, terutama di daerah tropis. Tanaman menyerap karbon di atmosfer karena saat fotosintesis berlangsung, tanaman memerlukan gas karbon dioksida (CO₂). Jose (2009) menjelaskan bahwa pola menanam dengan banyak jenis tanaman akan meningkatkan serapan karbon di atmosfer lebih banyak ketimbang monokultur.



Gambar 6. Restorasi Hutan

Sumber: Andrea Borgarello/World Bank (2019)

2.5 Kerangka Pikir

Arus globalisasi di abad ke 21 mendorong semakin meningkatnya tantangan globalisasi yang berdampak terhadap semua aspek kehidupan, salah satunya pada sektor industri sehingga menuntut adanya Sumber Daya Manusia (SDM) yang

berkualitas. Abad ke-21 mengharuskan peserta didik untuk menguasai keterampilan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikatif. Berpikir kritis menjadi keterampilan yang sangat penting dan harus dimiliki peserta didik pada abad 21 ini. Faktanya, tingkat kemampuan berpikir kritis peserta didik masih tergolong rendah. Kemampuan berpikir kritis yang rendah dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain kegiatan pembelajaran yang dilakukan masih berfokus pada pengetahuan, ingatan dan penalaran. Pembelajaran pada umumnya masih berorientasi pada guru. Mereka kesulitan dalam mengaplikasikan konsep-konsep tersebut dalam kehidupan sehari-hari untuk memecahkan berbagai permasalahan yang terjadi. Selain itu model pembelajaran yang dilakukan belum beragam dan belum maksimal, guru lebih sering menggunakan metode ceramah atau diskusi. Bahan ajar yang digunakan pendidik juga masih berupa buku cetak. Proses pembelajaran yang demikian menunjukkan bahwa ada masalah dalam pembelajaran yang menyebabkan kurangnya keaktifan dan rendahnya kemampuan berpikir kritis peserta didik yang berimbas pada rendahnya hasil belajar.

Berdasarkan uraian diatas dibutuhkan upaya untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik dengan menerapkan model pembelajaran yang sesuai. Salah satu model pembelajaran yang dapat digunakan yaitu model PBL. PBL merupakan salah satu model pembelajaran yang mampu memenuhi tujuan pendidikan abad ke 21. Dalam skenario pembelajaran, PBL melibatkan prinsip-prinsip 4C yaitu *critical thinking*, *communication*, *collaboration*, dan *creativity*. Pembelajaran berbasis masalah menjadikan perubahan dalam proses pembelajaran *teacher centered* menjadi *student centered*, sedangkan guru mengalami perubahan peran dari menjadi sumber pengetahuan menjadi fasilitator dalam memperoleh pengetahuan.

Proses pembelajaran yang efektif salah satunya adalah dengan memadukan model dan pendekatan pembelajaran. STEM menjadi salah satu pendekatan pembelajaran yang memfasilitasi peserta didik untuk terlibat dalam penyelesaian masalah nyata yang dekat dengan kehidupan. Model PBL yang diintegrasikan dengan STEM baik untuk diterapkan dalam pendidikan. Hal ini mendorong

peserta didik untuk berperan aktif untuk mencari atau menggali informasi dan memecahkan masalah pembelajaran secara aktif, kreatif, dan berpikir kritis terhadap fenomena yang dihadapinya.

Berdasarkan latar belakang masalah dan permasalahan yang telah dikemukakan oleh peneliti, selanjutnya dapat dijadikan sesuatu kerangka pemikiran, dari kerangka pemikiran tersebut dapat menghasilkan hipotesis. Penelitian ini terdiri dari satu variabel bebas (X) yaitu variabel yang mempengaruhi atau (*independent*) dalam hal ini adalah model PBL terintegrasi STEM pada materi perubahan iklim, sedangkan yang menjadi variabel terikat (Y) yaitu variabel yang dipengaruhi (*dependent*) dalam hal ini adalah kemampuan berpikir kritis peserta didik. Hubungan variabel bebas dan variabel terikat disajikan dalam gambar berikut.



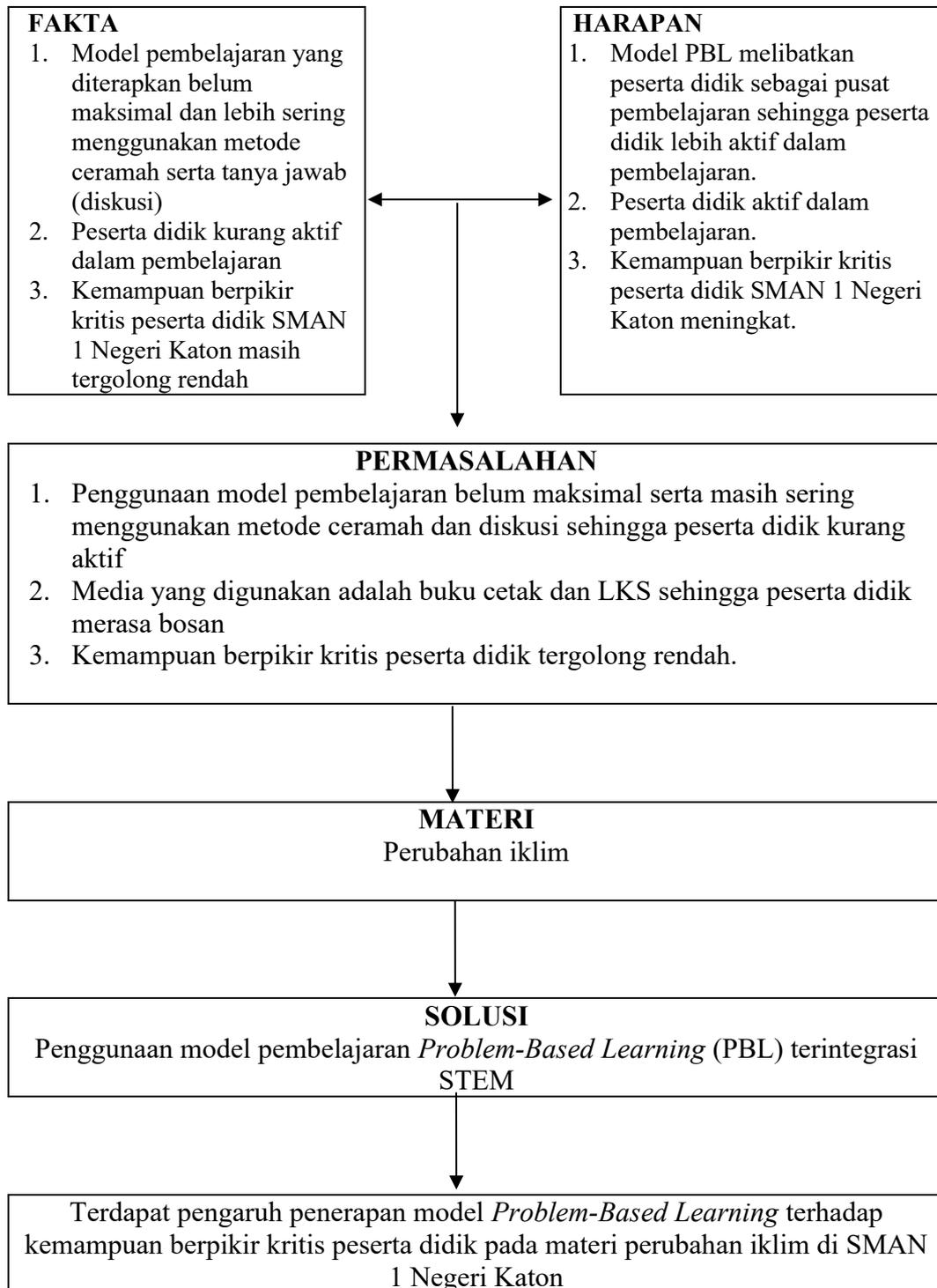
Gambar 7. Hubungan Antara Variabel Bebas Dan Variabel Terikat

Keterangan:

X : Model PBL terintegrasi STEM

Y : Kemampuan berpikir kritis peserta didik

Adapun diagram kerangka pikir penelitian disajikan pada gambar berikut.



Gambar 8. Kerangka Pikir Penelitian

2.6 Hipotesis Penelitian

Adapun hipotesis dalam penelitian ini sebagai berikut:

- H₀ : Tidak terdapat pengaruh yang signifikan model *Problem-Based Learning* (PBL) terintegrasi STEM terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi perubahan iklim
- H₁ : Terdapat pengaruh yang signifikan terhadap pengaruh model penerapan model pembelajaran *Problem-Based Learning* (PBL) terintegrasi STEM terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi perubahan iklim.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada peserta kelas X semester genap tahun pelajaran 2024/2025 di SMAN 1 Negeri Katon, Kecamatan Negeri Katon, Kabupaten Pesawaran.

3.2 Subyek Penelitian

Populasi yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas X di SMAN 1 Negeri Katon tahun Pelajaran 2024/2025 yang terbagi dalam enam kelas. Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik *cluster random sampling*. Kelompok yang ditetapkan sebagai sampel dalam penelitian ini adalah kelas X.1 berjumlah 36 peserta didik sebagai kelas eksperimen, dan kelas X.2 berjumlah 37 peserta didik sebagai kelas kontrol sehingga jumlah keseluruhan sampel 73 peserta didik.

3.3 Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *quasi experiment* dengan teknik *pretest-posttest nonequivalent control croup design*. Penelitian ini menggunakan desain kelompok kontrol *Non-equivalent* terdapat dua kelas yang menjadi sampel dimana satu kelas sebagai kelas eksperimen yang mendapatkan perlakuan (*treatment*) berupa model PBL terintegrasi STEM, sedangkan untuk kelas kontrol menggunakan model *discovery learning*. Setelah perlakuan

eksperimental diberikan, kedua kelompok diberi *posttest* dengan menggunakan soal yang sama sebagaimana yang digunakan pada *pretest* (Sugiono, 2013).

Desain pada penelitian ini memiliki struktur sebagai berikut:

Tabel 5. Desain *Pretest-Posttest Non-equivalent Control Group Design*

kelompok	<i>Pretest</i>	Perlakuan	<i>Posttest</i>
Eksperimen	Y1	X1	Y2
Kontrol	Y1	X2	Y2

Sumber: (Sugiono, 2013)

Keterangan:

X1 = Pembelajaran dengan model *Problem-Based Learning* terintegrasi STEM

X2 = Pembelajaran dengan model *discovery learning*

Y1 = *Pretest*

Y2 = *Posttest*

3.4 Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan tiga tahapan yang terdiri dari pra penelitian, pelaksanaan penelitian dan tahap akhir penelitian. Adapun langkah-langkah dari tahap tersebut yaitu sebagai berikut:

a. Tahap Pra Penelitian

- 1) Membuat surat izin penelitian pendahuluan ke Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung untuk sekolah yang akan dijadikan tempat penelitian.
- 2) Melakukan observasi dan wawancara pada guru biologi kelas X untuk mengetahui permasalahan dalam kegiatan pembelajaran dan memperoleh informasi mengenai hasil belajar peserta didik.
- 3) Menetapkan sampel yang digunakan sebagai kelas eksperimen dan kelas kontrol.
- 4) Merancang kegiatan pembelajaran menggunakan model PBL terintegrasi STEM dan menyusun perangkat pembelajaran yang terdiri dari ATP (Alur Tujuan Pembelajaran), modul ajar, dan lembar kerja peserta didik.

- 5) Membuat instrumen evaluasi yaitu soal *pretest* dan *posttest* untuk mengukur keterampilan berpikir kritis dan angket untuk mengukur tanggapan peserta didik.
- 6) Melakukan uji validitas instrumen penelitian kepada ahli.

b. Tahap Pelaksanaan Penelitian

- 1) Memberikan tes awal (*pretest*) pada kelas eksperimen dan kelas kontrol untuk mengukur kemampuan awal peserta didik sebelum diberi perlakuan.
- 2) Memberikan perlakuan yaitu dengan menerapkan model pembelajaran PBL terintegrasi STEM untuk kelas eksperimen dan kelas kontrol menggunakan model pembelajaran *discovery*.
- 3) Memberikan tes akhir (*posttest*) untuk melihat keterampilan berpikir kritis peserta didik setelah diberikan perlakuan dan tidak diberikan perlakuan.

c. Tahap Akhir Penelitian

- 1) Mengumpulkan hasil *pretest* dan *posttest* kegiatan pembelajaran kelas eksperimen dan kelas kontrol serta instrumen pendukung lainnya.
- 2) Mengolah data hasil tes kinerja peserta didik.
- 3) Membandingkan hasil analisis data kelas eksperimen dan kelas kontrol.
- 4) Memberikan kesimpulan berdasarkan hasil yang diperoleh dari langkah-langkah menganalisis data.

3.5 Jenis dan Teknik Pengumpulan Data

1. Jenis data

Jenis data pada penelitian ini adalah data kuantitatif dan data kualitatif. Data kuantitatif yaitu berupa data kemampuan berpikir kritis yang diperoleh dari

nilai *pretest* dan *posttest* pada materi perubahan iklim. Sedangkan data kualitatif dalam penelitian ini adalah angket tanggapan peserta didik.

2. Teknik pengumpulan data

a. Tes (*pretest* dan *posttest*)

Penelitian ini menggunakan tes untuk mengukur kemampuan berpikir kritis peserta didik yang mengacu pada indikator berpikir kritis. Nilai *pretest* diambil pada pertemuan pertama baik untuk kelas eksperimen maupun kelas kontrol, begitu juga dengan nilai *posttest* diambil di akhir pertemuan di setiap kelas. Data yang diperoleh akan diolah dan di analisis. Bentuk soal yang diberikan berupa soal *essay* untuk soal *pretest* dan *posttest*. Data nilai *pretest*, *posttest*, dan *N-gain* (selisih nilai *pretest* dan *posttest*) ditabulasikan pada tabel. Kemudian, untuk mengetahui perbandingan nilai *pretest*, *posttest*, dan *N-gain* antara kelas kontrol dan kelas eksperimen maka dilakukan pentabulasian terhadap rata-rata nilai *pretest*, *posttest*, dan *N-gain* kelas.

b. Wawancara

Wawancara adalah kegiatan tanya jawab dengan seorang pendidik sebagai narasumber, dengan tujuan untuk menggali informasi, pendapat, pengalaman, atau pandangan terhadap proses pembelajaran disekolah.

c. Angket

Angket digunakan untuk mengetahui tanggapan peserta didik terkait pembelajaran yang telah berlangsung menggunakan model PBL terintegrasi STEM. Angket yang digunakan saat penilaian ini adalah angket tertutup, dimana responden langsung memilih jawaban yang sudah disajikan sehingga responden tidak mempunyai kebebasan untuk menjawab pertanyaan di luar alternatif jawaban yang disediakan dalam angket tersebut. Adapun skala pemberian skor dan kategori persentase untuk angket yang digunakan adalah sebagai berikut.

Tabel 6. Kriteria jawaban

No	Kriteria jawaban	Skor
1.	Sangat Setuju (SS)	5
2.	Setuju (S)	4
3.	Ragu-ragu (R)	3
4.	Tidak Setuju (TS)	2
5.	Sangat Tidak Setuju (STS)	1

Sumber: (Sugiono, 2013)

3.6 Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah soal tes dan angket tanggapan peserta didik. Adapun penjelasan dari instrumen sebagai berikut.

1. Tes kemampuan berpikir kritis

Instrumen yang akan digunakan untuk mengukur dan melihat pengaruh kemampuan berpikir kritis peserta didik berupa soal *pretest* dan *posttest*. Soal *pretest* diberikan sebelum perlakuan, sedangkan soal *posttest* diberikan setelah perlakuan. Menurut Ennis, (2011) penilaian yang dikembangkan untuk keterampilan berpikir kritis sebaiknya berformat tes *open ended* dibandingkan dengan tes pilihan ganda, karena tes *open ended* dinyatakan lebih komprehensif. Pada penilaian berpikir kritis dalam penelitian ini, lebih cenderung pada format tes *essay*. Kemampuan berpikir kritis peserta didik diukur menggunakan soal uraian yang berfokus pada materi perubahan iklim.

2. Angket tanggapan peserta didik

Instrumen yang disusun ini digunakan untuk mengukur tanggapan peserta didik terhadap pembelajaran yang telah dilakukan menggunakan model pembelajaran PBL terintegrasi STEM. Angket memuat pertanyaan agar memperoleh informasi terhadap pengalaman belajar peserta didik yang diberikan kepada peserta didik secara langsung. Pernyataan dalam angket menggunakan skala *likert*, dimana pernyataan akan dijawab peserta didik

dengan jawaban Sangat Setuju (SS), Setuju (S), Ragu-ragu (R), Tidak Setuju (TS), dan Sangat Tidak Setuju (STS) menggunakan format *ceklist*.

3.7 Uji Instrumen Penelitian

Instrumen pada penelitian ini yaitu soal *pretest* dan *posttest* perlu dianalisis terlebih dahulu sebelum diberikan pada sampel penelitian. Soal tes tersebut di uji coba menggunakan uji validasi ahli yang bertujuan untuk menentukan kualitas instrumen menggunakan validitas. Validitas isi merupakan proses pengujian terhadap kelayakan melalui analisis rasional oleh ahli atau penilai *expert judgement* yang diuji pada tahap ini terdiri dari aspek konten ilmu, aspek konstruk, dan aspek bahasa (Putri dkk., 2023). Instrumen yang dikembangkan akan divalidasi oleh validator yaitu dosen ahli Pendidikan Biologi di FKIP Universitas Lampung. Format dari lembar validasi ini berupa daftar *ceklist* dan skala penilaian menggunakan skala *likert* dengan memberikan skor untuk setiap item jawaban sangat baik (5), baik (4), cukup (3), kurang (2) dan sangat kurang (1).

3.8 Teknik Analisis Data

Data kuantitatif yang berupa hasil tes keterampilan berpikir kritis dan angket tanggapan peserta didik dianalisis dengan cara yang berbeda, sebagai berikut.

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

Hasil *pretest* dan *posttest* dihitung dengan teknik penskoran sebagai berikut

$$S = \frac{R}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

S = Nilai yang diharapkan (dicari)

R = Jumlah skor dari soal yang dijawab benar

N = Jumlah skor maksimal dari tes

Sumber: (Safira dkk., 2018).

Hasil *pretest-posttest* yang didapatkan selanjutnya dilakukan perhitungan dengan uji *normalized-gain (N-Gain)* untuk mengukur peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik kelas X SMA materi Perubahan Iklim. Peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik ditunjukkan melalui *N-Gain*, yaitu selisih skor *pretest* dan *posttest*. Uji *N-Gain* digunakan untuk mengetahui seberapa kuat pengaruh dari penerapan model pembelajaran. Rumus *N-Gain* yang digunakan sebagai berikut:

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

Hasil Perhitungan *N-gain* selanjutnya diinterpretasikan dengan menggunakan kriteria sebagai berikut:

Tabel 7. Kriteria *N-Gain Score*

Rata-rata <i>N-gain Score</i>	Kategori
$(g) \geq 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq (g) < 0,7$	Sedang
$(g) < 0,3$	Rendah

Sumber: (Hake, 1998)

2. Uji Hipotesis

Setelah melakukan uji *N-gain* maka dilakukan uji hipotesis untuk mengetahui pengaruh penerapan model PBL terintegrasi STEM terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik. Sebelum melakukan uji hipotesis, ada 2 prasyarat yang harus dilakukan, yaitu uji normalitas dan uji homogenitas sebagai berikut:

1. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui sampel yang diambil dalam penelitian berdistribusi normal atau tidak. Data yang akan diuji yaitu data kelas eksperimen dan kelas kontrol. Uji normalitas dilakukan dengan program SPSS menggunakan uji *Kolmogorov-smirnov* dengan kriteria uji

taraf signifikansi yang dihasilkan pada perhitungan yaitu H_0 diterima jika nilai $\text{sig} \geq 0,05$ yang berarti data berdistribusi normal, namun H_0 ditolak jika nilai $\text{sig} < 0,05$ karena data tidak berdistribusi normal.

2. Uji Homogenitas

Uji homogenitas digunakan untuk mengetahui apakah beberapa variansi populasi adalah sama (homogen) atau tidak sama (heterogen). Uji homogenitas dapat dilakukan apabila kelompok data tersebut dalam distribusi normal (Usmadi, 2020). Dalam penelitian ini uji homogenitas menggunakan Uji *Levene's Test of Equality of Error* pada IBM SPSS *Statistics* dengan kriteria, H_0 diterima jika nilai $\text{sig.} \geq 0,05$ yang artinya data berasal dari populasi memiliki variansi sama (homogen). Sedangkan H_0 ditolak jika nilai $\text{sig.} < 0,05$ yang artinya data berasal dari populasi yang berbeda (heterogen).

Jika data menunjukkan distribusi normal dan homogen, maka dilakukan uji parametrik berupa uji *independent sample t-test*. Namun jika data tidak berdistribusi normal dan tidak homogen, maka dilakukan uji non-parametrik berupa uji U *Mann-Whitney*.

Hipotesis

H_0 : Tidak terdapat pengaruh yang signifikan dari penerapan model pembelajaran PBL terintegrasi STEM terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi perubahan iklim.

H_1 : Terdapat pengaruh yang signifikan dari penerapan model pembelajaran PBL terintegrasi STEM terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi perubahan iklim.

Kriteria uji

Jika nilai $\text{sig } \alpha > 0,05$ maka H_0 diterima dan H_1 ditolak

Jika nilai $\text{sig } \alpha < 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima

3. *Effect Size*

Merupakan ukuran mengenai besarnya efek atau pengaruh variabel bebas pada variabel terikat. Analisis yang digunakan untuk mengukur besarnya pengaruh model pembelajaran PBL terintegrasi STEM terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik. Cara yang dapat digunakan untuk menghitung *Effect Size* menggunakan rumus *Cohen's* sebagai berikut:

$$d = \frac{\bar{X}_t - \bar{X}_c}{S_{\text{pooled}}} \times 100\%$$

Keterangan:

- d : Nilai *Effect Size* (besar pengaruh dalam persen)
 \bar{X}_t : *mean treatment condition* (rata-rata kelas eksperimen)
 \bar{X}_c : *mean control condition* (rata-rata kelas kontrol)
 S_{pooled} : Standar deviasi

Tabel 8. kriteria Interpretasi Nilai *Cohen's*

Rata-rata N-gain Score	Kategori
$0 < d < 0,2$	kecil
$0,2 < d < 0,8$	Sedang
$d > 0,8$	Besar

Sumber: (Hidayati dkk., 2021)

4. Analisis Data Angket Tanggapan Peserta Didik

Dalam penelitian ini, skala yang dipakai pada penerapan angket yaitu skala *likert*. Data kualitatif diperoleh dari angket tanggapan peserta didik yang diberikan setelah diterapkan model PBL terintegrasi STEM. Data tanggapan angket peserta didik akan dianalisis secara deskriptif kualitatif dengan menggunakan metode persentase. Untuk memperoleh persentase tanggapan peserta didik, digunakan rumus sebagai berikut

$$P = \frac{F}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

P : Persentase sikap peserta didik

F : Jumlah perolehan skor peserta didik melalui angket

N : Jumlah skor maksimum pada angket

Adapun kriteria angket tanggapan peserta didik terhadap pembelajaran dengan model PBL terintegrasi STEM pada tabel berikut

Tabel 9. Kategori Tanggapan Peserta Didik

Skala Presentase	kriteria
80,1%-100%	Sangat Baik
60,1%-80,0%	Baik
40,1%-60,0%	Sedang
20,1%-40,0%	Kurang
0,0%-20,0%	Sangat Kurang

Sumber: (Sunyono, 2015)

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Penggunaan model pembelajaran PBL terintegrasi STEM berpengaruh signifikan terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik kelas X SMA Negeri 1 Negeri Katon pada materi perubahan iklim.
2. Hasil tanggapan peserta didik terhadap model pembelajaran PBL terintegrasi STEM mendapatkan respon baik dan dapat diterima oleh peserta didik pada pembelajaran materi perubahan iklim.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, peneliti memberi saran sebagai berikut:

1. Penerapan model PBL terintegrasi STEM dapat digunakan oleh pendidik sebagai salah satu alternatif pembelajaran IPA untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.
2. Peningkatan kemampuan berpikir kritis dalam penelitian ini masih rendah pada indikator memberikan penjelasan sederhana. Bagi peneliti yang tertarik melakukan penelitian dengan menggunakan model PBL terintegrasi STEM, diharapkan penelitian selanjutnya untuk memperkuat stimulus pada tahap orientasi masalah dan memberikan pendampingan lebih lanjut kepada peserta didik dalam mengolah informasi dan mengkomunikasikannya secara runtut dan sederhana.

DAFTAR PUSTAKA

- Ai'syah, A., Zakia Salma, U., & Dewi, N. R. (2022). Pengembangan E-LKPD Berpendekatan STEM Menggunakan Google Form dan Linktree untuk Melatih Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP. *Proceeding Seminar Nasional IPA XII "PISA Melalui Sains Masa Depan Untuk Generasi Berwawasan Lingkungan,"* 301–314.
- Annisa, L., Oktaviana, C., & Habibi, A. A. (2020). Hubungan Keterampilan Berpikir Kritis Dengan Hasil Belajar Peserta Didik. *Edubiologica Jurnal Penelitian Ilmu Dan Pendidikan Biologi*, 8(1), 35.
<https://doi.org/10.25134/edubiologica.v8i1.2337>
- Ardianti, R., Sujarwanto, E., & Surahman, E. (2021). DIFFRACTION: Journal for Physics Education and Applied Physics Problem-based Learning: Apa dan Bagaimana. *DIFFRACTION: Journal for Physics Education and Applied Physics*, 3(1), 27–35. <http://jurnal.unsil.ac.id/index.php/Diffraction>
- Arends, R. (2015). *Learning to Teach* (M. Ryan (ed.); 8th ed.). McGraw-Hill.
- Arif, D. S. F., Zaenuri, & Cahyono, A. N. (2019). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Pada Model Problem Based Learning (PBL) Berbantu Media Pembelajaran Interaktif dan Google Classroom. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana UNNES, 2018*, 323–328.
<https://proceeding.unnes.ac.id/snpasca/article/view/594>
- Ariyatun, A., & Octavianelis, D. F. (2020). Pengaruh Model Problem Based Learning Terintegrasi Stem Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *JEC: Journal of Educational Chemistry*, 2(1), 33.
<https://doi.org/10.21580/jec.2020.2.1.5434>
- Arwan, J. F., Dewi, L., & Wahyudin, D. (2022). Urgensi Pendidikan Berbasis Perubahan Iklim Untuk Pembangunan Berkelanjutan. *Jurnal Pendidikan Lingkungan Dan Pembangunan Berkelanjutan*, 22(2), 23–38.
- Davidi, E. I. N., Sennen, E., & Supardi, K. (2021). Integrasi Pendekatan STEM (Science, Technology, Enggeenering and Mathematic) Untuk Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar. *Scholaria: Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 11(1), 11–22.

<https://doi.org/10.24246/j.js.2021.v11.i1.p11-22>

- Dewita, M. P., Witarsa, R., Studi, P., Pendidikan, M., Universitas, D., & Tuanku, P. (2023). *JIKAP PGSD : Jurnal Ilmiah Ilmu Kependidikan Pengaruh Model Pembelajaran STEM terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif dan Kritis Siswa Sekolah Dasar*. 7(2), 18–27.
- Ennis, R. (2011). Critical Thinking: Reflection and Perspective Part I. *Inquiry: Critical Thinking Across the Disciplines*, 26(1), 4–18.
- Gusman, T. A., Novitasari, N., & Yulina, I. K. (2023). Effect of STEM Integrated Problem-Based Learning Model on Students' Critical Thinking Skills on Electrolyte and Non-Electrolyte Solution Materials. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(10), 8911–8917.
<https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i10.5163>
- Hermansyah. (2020). *Problem Based Learning in Indonesian Learning*. 3(3), 2259–2260.
- Hermawan Dewannia Fariska, Hanum, W. N., Prastiwi, Z. N., & Wahyuni, S. (2023). Integrasi Problem Based Learning dengan STEM dalam Pembelajaran IPA terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *Ilmiah Dan Pendidikan*, 9(16), 41–52. <file:///C:/Users/user/Downloads/130-Article Text-511-1-10-20221228.pdf>
- Hi. Sabtu, A., Sundari, S., & Tamalene, M. N. (2022). Penerapan Model Pbl Melalui Pendekatan Stem Dalam Pembelajaran Biologi Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Di Sma Negeri 7 Halmahera Selatan. *Jurnal Bioedukasi*, 5(2), 107–114. <https://doi.org/10.33387/bioedu.v5i2.5229>
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1).
<https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Khairun, N., Junaidi, & Taufiq. (2022). *Pembelajaran Dengan Pendekatan STEM untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Matematika Siswa*. 15, 275–291.
- Lau, J. Y. . (2011). An Introduction to Critical Thinking and Creativity. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 11, Issue 1).
- Mardatillah, B. L. R., & Kristayulita, K. (2024). Pengaruh Pembelajaran STEM terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa. *Kognitif: Jurnal Riset HOTS Pendidikan Matematika*, 4(1), 472–482.
<https://doi.org/10.51574/kognitif.v4i1.1564>
- Masitah, T., Wulandari, A. Y. R., Hadi, W. P., & Qomaria, N. (2022). Profil Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas VII Materi Pencemaran Lingkungan. *Natural Science Education Research*, 4(3), 209–213.
<https://doi.org/10.21107/nser.v4i3.8392>

- Miranda, J., Navarrete, C., Noguez, J., Molina-Espinosa, J. M., Ramírez-Montoya, M. S., Navarro-Tuch, S. A., Bustamante-Bello, M. R., Rosas-Fernández, J. B., & Molina, A. (2021). The core components of education 4.0 in higher education: Three case studies in engineering education. *Computers and Electrical Engineering*, 93(September 2020). <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2021.107278>
- Mukarromah, M., Budijanto, B., & Utomo, D. H. (2020). Pengaruh Model Challenge Based Learning terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA pada Materi Perubahan Iklim. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 5(2), 214. <https://doi.org/10.17977/jptpp.v5i2.13176>
- Mulyanti, N. M. B., Gading, I. K., & Diki. (2023). Dampak Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing terhadap Hasil Belajar IPA dan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Profesi Guru*, 6(1), 109–119. <https://doi.org/10.23887/jippg.v6i1.59276>
- Mustafaroh, V. A., & Hariyanto, E. (2024). *PENERAPAN MODEL PBL BERBASIS STEM MATERI PEMANASAN GLOBAL UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK*. 7(2), 1–12.
- Muttaqiin, A. (2023). Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) pada Pembelajaran IPS untuk Melatih Keterampilan Abad 21. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 13(Maret), 14–45.
- Nuryanti, L., Zubaidah, S., & Diantoro, M. (2018). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 3(2), 155–158. <http://journal.um.ac.id/index.php/jptpp/article/view/10490>
- Putri, S. M., Arsih, F., Fadilah, M., & Anggriyani, R. (2023). Validitas Instrumen Soal Tes Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas X pada Materi Komponen Ekosistem dan Interaksinya. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(3), 24253–24261.
- Redhana, I. W. (2019). Mengembangkan Keterampilan Abad Ke-21 Dalam Pembelajaran Kimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 13(1).
- Resminingpuri, N., Elizabeth, K., Ayuk, T., & Puspaningsih, R. (2023). *Sma/Ma Kelas X Ilmu Pengetahuan Alam*. <https://buku.kemdikbud.go.id>
- Sugiono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D* (Issue January).
- Supriyati, E., Ika Setyawati, O., Yuli Purwanti, D., Sirfa Salsabila, L., & Adi Prayitno, B. (2018). Profil Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA Swasta di Sragen pada Materi Sistem Reproduksi Profile of Private High Schools Students' Critical Thinking Skills in Sragen on Reproductive System.

BIOEDUKASI: Jurnal Pendidikan Biologi, 11(2), 74–84.
<http://dx.doi.org/10.20961/bioedukasi-uns.v11i2.21792>

- Susanto, S. (2020). Efektifitas Small Group Discussion Dengan Model Problem Based Learning Dalam Pembelajaran Di Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Pendidikan Modern*, 6(1), 55–60. <https://doi.org/10.37471/jpm.v6i1.125>
- Sutaphan, S., & Yuenyong, C. (2019). STEM Education Teaching approach: Inquiry from the Context Based. *Journal of Physics: Conference Series*, 1340(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1340/1/012003>
- Syukri, M. (2020). Peningkatan Minat Belajar Siswa Melalui Model Pbl Berbasis Pendekatan Stem Dalam Pembelajaran Fisika. *Jurnal Pencerahan*, 14(2), 1693–7775.
- Usmadi, U. (2020). Pengujian Persyaratan Analisis (Uji Homogenitas Dan Uji Normalitas). *Inovasi Pendidikan*, 7(1), 50–62.
<https://doi.org/10.31869/ip.v7i1.2281>
- Vistara, M. F., Asikin, M., Ardiansyah, A. S., & Pudjiastut, E. (2022). Problem Based Learning Berorientasi STEAM Context terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Matematika Siswa. *Prosiding Seminar Nasional Matematika (PRISMA)*, 5, 451–460.
<https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/article/view/54564>
- Wandari Welli, Nursamsu, A. W. (2024). Peningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Biologi Dengan Menggunakan Model PjBL Berbasis STEM (Science Technology , Engineering , Mathematics). *Ilmiah Dan Pendidikan Biologi*, 10, 743–754.
- 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), 195.
<https://doi.org/10.21043/thabiea.v7i2.26062>
- Wiono, W. J., Rakhmawati, I., & Yudianto. (2025). Boys and Girls in Developing Scientific Literacy Through PBL Supported by ClimateClass. *Jurnal BIOEDUIN*, 15(1), 38–46. <https://doi.org/10.15575/bioeduin.v15i1.39792>
- Wiono, W. J., & Siregar, Y. S. (2024). The Effectiveness of Problem-Based Learning in Ecosystem Content on Critical Thinking Skills Reviewed from Students' Metacognitive Awareness. *Phenomenon : Jurnal Pendidikan MIPA*, 4(1), 85–102.