

**PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN *PROJECT
BASED LEARNING* (PJBL) BERBASIS *STEM*
UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN
BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK MATERI
PENCEMARAN LINGKUNGAN DI MAN 1
TANGGAMUS**

SKRIPSI

**Oleh :
LUDIA ANGGUN ISNAINI
NPM : 1811060400**



Program Studi : Pendidikan Biologi

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN
LAMPUNG
1444 H/2022M**

ABSTRAK

PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN *PROJECT BASED LEARNING* (PjBL) BERBASIS STEM UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK MATERI PENCEMARAN LINGKUNGAN DI MAN 1 TANGGAMUS

Oleh
Ludia Anggun Isnaini

Penelitian ini dilatar belakangi oleh kemampuan berpikir kritis peserta didik di MAN 1 Tanggamus yang masih rendah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik materi pencemaran lingkungan di MAN 1 Tanggamus. Inti dari model *Project Based Learning* (PjBL) merupakan model pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada pendidik untuk mengelola pembelajaran di kelas dengan melibatkan kerja proyek. Populasi dalam penelitian ini seluruh kelas X MIA di MAN 1 Tanggamus. Sampel dalam penelitian ini yaitu kelas X MIA 1 sebagai kelas kontrol dan kelas X MIA 2 sebagai kelas eksperimen.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah Quasy Eksperimen dengan desain *Pretest-Posttest Control Group*. Teknik pengumpulan data menggunakan tes essay (*Pretest dan Posttest*). Teknik analisis data meliputi uji Normalitas, uji Homogenitas, uji *N-Gain* dan uji *Independent sampel T-test*. Berdasarkan hasil uji normalitas, hasil *pretest* dan *posttest* kelas eksperimen dan kelas kontrol menunjukkan nilai signifikansi di atas 0,05 maka data berdistribusi normal. Pada uji homogenitas, hasil *pretest* dan *posttest* kelas eksperimen dan kelas kontrol menunjukkan nilai signifikansi di atas 0,05 maka bersifat homogen. Pengujian hipotesis dengan menggunakan uji t di dapat nilai signifikansi (*2-tailed*) sebesar 0,00 maka H_1 diterima. Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik materi pencemaran lingkungan di MAN 1 Tanggamus.

Kata kunci : *Project Based Learning* (PjBL), Berbasis STEM, Kemampuan berpikir kritis.

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ludia Anggun Isnaini

NPM : 1811060400

Jurusan/Prodi : Pendidikan Biologi

Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

Menyatakan bahwa Skripsi yang berjudul “ Pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) Berbasis STEM Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Pada Materi Pencemaran Lingkungan di MAN 1 Tanggamus” benar-benar merupakan hasil karya penulis sendiri, bukan duplikasi atau plagiat dari karya ilmiah orang lain, kecuali pada bagian yang telah dirujuk dan disebut dalam *Footnote* atau daftar pustaka. Apabila dilain waktu terdapat penyimpangan dalam karya ilmiah ini, maka tanggung jawab sepenuhnya ada pada penulis. Demikian suat pernyataan ini saya buat agar dapat dimaklumi.

Bandar Lampung, November 2022

Penulis,



Ludia Anggun Isnaini

NPM.1811060400



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN
LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN**

Jl. Let. Kol H. Endro Suratmin Sukarame I Bandar Lampung Telp. 0721 703260

PERSETUJUAN

Tim Pembimbing, setelah mengoreksi dan memberikan masukan-masukan secukupnya, maka skripsi saudara.

Nama : Ludia Anggun Isnaini
NPM : 1811060400
Jurusan : Pendidikan Biologi
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan
Judul : Pengaruh Model Pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) Berbasis STEM Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Materi Pencemaran Lingkungan di MAN 1 Tanggamus.

MENYETUJUI

Untuk dimunaqasyahkan dan dipertahankan dalam Sidang Munaqasyah Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Raden Intan Lampung.

Pembimbing I

Supriyadi, M.Pd
NIP. 198712222015031005

Pembimbing II

Aulia Novitasari, M.Pd
NIP. -

Mengetahui
Ketua Jurusan Pendidikan Biologi

Dr. Eko Kuswanto, M.Si
NIP. 197505142008011009



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN
LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN**

Jl. Let. Kol H. Endro Suratmin Sukarame I Bandar Lampung Telp. 0721 703260

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “Pengaruh Model Pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) Berbasis STEM Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Materi Pencemaran Lingkungan di MAN 1 Tanggamus”, disusun oleh Nama: Ludia Anggun Isnaini NPM. 1811060400, Program Studi : Pendidikan Biologi, telah diujikan dalam sidang Munaqasyah Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, pada hari/tanggal: Rabu, 26 Oktober 2022.

TIM MUNAQASAH

Ketua : Prof. Dr. H. Chairul Anwar, M.Pd (.....)

Sekretaris : Shinta Anisya, SP, M.Si (.....)

Pembahas Utama : Nukhbatul Bidayati Haka, M.Pd (.....)

Pembahas Pendamping I : Supriyadi, M.Pd (.....)

Pembahas Pendamping II: Aulia Novitasari, M.Pd (.....)

**Mengetahui
Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan**



MOTTO

وَعَسَىٰ أَنْ تُحِبُّوا شَيْئًا وَهُوَ شَرٌّ لَّكُمْ وَاللَّهُ يَعْلَمُ وَأَنْتُمْ لَا تَعْلَمُونَ

Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi (pula) kamu menyukai sesuatu, padahal ia amat buruk bagimu; Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui.

(Q.S.Al-Baqarah:216)

“Belajar dari kesalahan, perbaiki kesalahan, berusaha menjadi lebih baik.”

(Ludia Anggun Isnaini)



PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'alamin

Dengan penuh rasa syukur dan bangga, penulis ucapkan terima kasih kepada Allah SWT, karena atas limpah berkat dan rahma-Nya, penulis mampu menyelesaikan skripsi ini dengan sebaik-baiknya. Skripsi ini kupersembahkan sebagai tanda ucapan terima kasih, kasih sayang dan rasa hormatku kepada:

1. Kedua orangtuaku, Ayahku tercinta Ahmad Khotibi dan Ibuku tersayang Rukiyah yang tidak pernah kenal mengenal kata lelah dalam sujud dan doanya untuk membesarkan, merawat, mendidik, mendukung dan mencurahkan segala kasih dan sayangnya, serta mencurahkan segala tenaga kepadaku untuk menyelesaikan semua tahapan pendidikan sampai selesainya skripsi ini.
2. Kakaku tercinta Mabrori Setia Budi dan Adikku tercinta Asyifa Farhan Romadhona yang selalu memberikan semangat kepadaku sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
3. Untuk Almamater kebanggaanku Universitas Islam Raden Intan Lampung.

BIOGRAFI PENULIS

Penulis bernama Ludia Anggun Isnaini, lahir pada tanggal 26 Juni 2000 di Desa Soponyono Kecamatan Wonosobo Kabupaten Tanggamus, yang merupakan anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan bapak Ahmad Khotibi dan ibu Rukiyah. Penulis menempuh pendidikan formal pertama di SDN 1 Soponyono Kecamatan Wonosobo Kabupaten Tanggamus lulus pada tahun 2012, kemudian penulis melanjutkan sekolah menengah pertama di Madrasah Tsanawiyah Negeri (MTsN) 1 Tanggamus di Jl. Lapangan Hijau Kuripan Kecamatan Kota Agung Kabupaten Tanggamus lulus pada tahun 2015, dan penulis melanjutkan sekolah menengah atas di Pondok Pesantren Diniyyah Putri Lampung di Jl. Raya Negeri Sakti Kecamatan Gedong Tataan Kabupaten Pesawaran lulus pada tahun 2018. Sampai penulis melanjutkan pendidikan tinggi ke Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung dan diterima di fakultas Tarbiyah dan Keguruan Jurusan Pendidikan Biologi angkatan 2018. Selama menempuh pendidikan penulis pernah melaksanakan KKN (Kuliah Kerja Nyata) di Desa Sridadi, Kec. Wonosobo, Kab. Tanggamus, serta melaksanakan PPL (Praktek Pengalaman Lapangan) di SMA N 02 Bandar Lampung.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmannirrahiim

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT. Yang senantiasa melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW. Dan para sahabat, keluarga dan para pengikutnya yang taat kepada ajaran agamanya.

Dalam penyusunan skripsi ini, tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Selaku Rektor Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
2. Selaku Dekan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
3. Bapak Dr. Eko Kuswanto M.Si. selaku Prodi dan Bapak selaku Sekertaris Pendidikan Biologi di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
4. Bapak Supriyadi, M.Pd. selaku pembimbing I, yang telah menyediakan waktu dan pikirannya untuk memberikan bimbingan, arahan dan motivasi yang luar biasa kepada penulis hingga akhir penyusunan skripsi.
5. Ibu Aulia Novitasari, M.Pd. selaku pembimbing II, yang telah menyediakan waktu dan pikirannya untuk memberikan bimbingan, arahan dan motivasi yang luar biasa kepada penulis hingga akhir penyusunan skripsi.
6. Bapak dan Ibu Dosen Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung, yang telah banyak membantu dan memberikan ilmunya kepada penulis selama menempuh perkuliahan sampai selesai.
7. Bapak Gunawan Susanto,S.Pd.,M.Pd. selaku Kepala Sekolah MAN 1 Tanggamus yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melakukan penelitian di sekolah.

8. Ibu Merliyana, S.Pd, dan peserta didik MAN 1 Tanggamus yang telah memberi izin kepada penulis untuk dapat melaksanakan penelitian di sekolah dan membantu penulis selama penelitian.
9. Kepada DI P4S (Pusat Pelatihan dan Perdesaan Swadaya) Agro Persada Nusantara yang bertempat di Kecamatan Semaka, Kabupaten Tanggamus yang telah membantu selama penelitian.
10. Rekan-rekan Biologi angkatan 2018 kelas G. Terima kasih telah memberikan canda tawa juga semangat selama menumpuh studi.
11. Orang terkasih Nova Heri Ferdian yang telah memberikanku semangat, dukungan dan selalu menemani di kala membutuhkan bantuan apapun dalam penyusunan skripsi ini.
12. Sahabatku Erni Oktavia yang telah membantu dan memberikan semangat dalam penyelesaian skripsi ini.
13. Dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah berkontribusi atas pembuatan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini, itu di sebabkan karena masih terbatasnya ilmu dan teori penelitian yang penulis kuasai. Oleh karenanya kepada para pembaca kiranya dapat memberikan masukan dan saran yang bersifat membangun sehingga penelitian ini akan lebih baik lagi.

Akhirnya penulis berdoa semoga Allah SWT senantiasa membalas jasa dan budi baik semua pihak yang telah memabntu penulis dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca umumnya, Amiin Ya Robbal'alamin.

Bandar Lampung, November 2022
Penulis,

Ludia Anggun Isnaini
NPM.18110604

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	i
MOTTO	iii
PERSEMBAHAN.....	vii
BIOGRAFI PENULIS	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	i
A. Penegasan Judul	1
B. Latar Belakang Masalah	3
C. Identifikasi dan Batasan Masalah	11
D. Rumusan Masalah.....	13
E. Tujuan Penelitian	13
F. Manfaat Penelitian	13
G. Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan.....	14
H. Sistematika Penulisan	17
BAB II LANDASAN TEORI DAN PENGAJUAN HIPOTESIS	
A. Model Pembelajaran <i>Project Based Learning</i> (PjBL)	19
1. Pengertian Model Pembelajaran	19
2. Pengertian model pembelajaran <i>Project Based Learning</i> (PjBL).....	20
3. Tujuan Model Pembelajaran <i>Project Based Learning</i> (PjBL).....	21
4. Karakteristik Model <i>Project Based Learning</i> (PjBL) ...	21
5. Sintaks Model Pembelajaran <i>Project Based Learning</i> (PjBL).....	22
6. Kelebihan dan kelemahan Model Pembelajaran <i>Project Based Learning</i> (PjBL).....	23
B. Pendekatan.....	24
1. Pengertian Pendekatan	24
2. Pengertian Pendekatan STEM	25
3. Tujuan STEM.....	27
4. Langkah-langkah Pendekatan STEM.....	28
C. Berpikir Kritis	29

1. Pengertian Berpikir	29
2. Berpikir kritis	30
3. Karakteristik Berpikir Kritis	31
4. Indikator Berpikir Kritis	32
D. Materi Pencemaran Lingkungan	33
1. Definisi Pencemaran Lingkungan	33
2. Macam-macam Pencemaran Lingkungan	34
3. Jenis-jenis limbah	37
E. Kerangka Berpikir	39
F. Pengajuan Hipotesis	41

BAB III METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian	43
1. Tempat Penelitian	43
2. Waktu Penelitian	43
B. Pendekatan dan Jenis Penelitian	43
C. Populasi, Sampel, dan Teknik Pengumpulan Data	44
1. Populasi	44
2. Sampel	44
D. Teknik Pengumpulan Data	45
1. Wawancara	45
2. Dokumentasi	46
3. Tes	46
E. Definisi Operasional Variabel	46
F. Instrumen Penelitian	47
G. Uji Validitas dan Reliabilitas Data	49
1. Uji Validitas	49
2. Uji Reliabilitas	51
3. Uji Tingkat Kesukaran	52
4. Uji Daya Pembeda	54
H. Teknik Analisis Data	57
1. Uji Normalitas	57
2. Uji Homogenitas	57
3. Uji Hipotesis	58

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian	61
1. Uraian data hasil tes kemampuan berpikir kritis	61
2. Uji N-Gain	67
B. Uji Prasyarat Analisis Data	67
1. Uji Normalitas	67
2. Uji Homogenitas	68

3. Uji Hipotesis.....	69
C. Pembahasan	69

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan	81
B. Saran	81

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Nilai Tes Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Kelas X MAN 1 Tanggamus	8
Tabel 2.1 Sintaks Kegiatan Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL)	22
Tabel 2.2 Komponen STEM.....	27
Tabel 2.3 Langkah-langkah Pendekatan STEM	28
Tabel 2.4 Indikator Berpikir Kritis	32
Tabel 2.5 Kerangka Berpikir	40
Tabel 3.1 Quasy Eksperiment Tipe Pretest-Posttest Control Group Design.....	43
Tabel 3.2 Jumlah Peserta Didik Kelas X MAN 1 Tanggamus.....	44
Tabel 3.3 Penskoran Untuk Tes Kemampuan Berpikir Kritis.....	47
Tabel 3.4 Ketentuan Uji Validitas	50
Tabel 3.5 Hasil Uji Validitas	50
Tabel 3.6 Kriteria Uji Reliabilitas	51
Tabel 3.7 Hasil Uji Reliabilitas	52
Tabel 3.8 Kriteria Tingkat Kesukaran Butir Soal	53
Tabel 3.9 Hasil Uji Tingkat Kesukaran	53
Tabel 3.10 Klasifikasi Daya Pembeda.....	54
Tabel 3.11 Hasil Uji Daya Pembeda.....	55
Tabel 3.12 Kategori Skor N-Gain.....	56
Tabel 3.13 Kategori Tafsiran Efektivitas N-Gain.....	56
Tabel 3.14 Ketentuan Uji Kolmogorov-Smirnov	57
Tabel 3.15 Ketentuan Uji Homogeneity of variances.....	58
Tabel 3.16 Ketentuan Uji Independent t-Test.....	59
Tabel 4.1 Pretest Kemampuan Berpikir Kritis Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol	62
Tabel 4.2 Posttest Kemampuan Berpikir Kritis Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol	63
Tabel 4.3 Ketercapaian Indikator Kemampuan Berpikir Kritis Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol (Pretest)	64
Tabel 4.4 Ketercapaian Indikator Kemampuan Berpikir Kritis Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol (Posttest).....	66
Tabel 4.5 Hasil Uji N-Gain	67
Tabel 4.6 Hasil Uji Normalitas.....	68
Tabel 4.7 Hasil Uji Homogenitas	68
Tabel 4.8 Uji Independent Sampel T-Test Kemampuan Berpikir Kritis	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 Diagram Nilai Pretest Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol.....	62
Gambar 4.2 Diagram Nilai Posttest Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol.....	64
Gambar 4.3 Presentase Ketercapaian Indikator Kemampuan Berpikir Kritis Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol (Pretest).....	65
Gambar 4.4 Presentase Ketercapaian Indikator Kemampuan Berpikir Kritis Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol (Posttest)	66



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Perangkat Pembelajaran

Lampiran 1.1 Silabus.....	94
Lampiran 1.2 Rencana Pelaksanaan Pembelajaran Kelas Eksperimen	98
Lampiran 1.3 Rencana Pelaksanaan Pembelajaran Kelas Kontrol....	109
Lampiran 1.4 Lembar Kerja Peserta Didik Kelas Eksperimen	120
Lampiran 1.5 Lembar Diskusi Siswa Kelas Kontrol	127

Lampiran 2 Instrumen Penelitian

Lampiran 2.1 Kisi-kisi Soal Kemampuan Berpikir Kritis.....	133
Lampiran 2.2 Soal Kemampuan Berpikir Kritis	141

Lampiran 3 Uji Coba Instrumen Penelitian

Lampiran 3.1 Uji Validitas Kemampuan Berpikir Kritis	146
Lampiran 3.2 Uji Reliabilitas Kemampuan Berpikir Kritis	147
Lampiran 3.3 Uji Tingkat Kesukaran Soal Kemampuan Berpikir Kritis	148
Lampiran 3.4 Uji Daya Pembeda Soal Kemampuan Berpikir Kritis	149

Lampiran 4 Data Penelitian

Lampiran 4.1 Daftar Nama Peserta Didik Kelas Kontrol dan Eksperimen	151
Lampiran 4.2 Hasil Rekapitulasi Nilai Pretest Kemampuan Berpikir Kritis Per Indikator Kelas Kontrol	152
Lampiran 4.3 Hasil Rekapitulasi Nilai Pretest Kemampuan Berpikir Kritis Per Indikator Kelas Eksperimen	153
Lampiran 4.4 Hasil Rekapitulasi Nilai Posttest Kemampuan Berpikir Kritis Per Indikator Kelas Kontrol	154
Lampiran 4.5 Hasil Rekapitulasi Nilai Posttest Kemampuan Berpikir Kritis Per Indikator Kelas Eksperimen	155

Lampiran 5 Hasil Olah Data Penelitian

Lampiran 5.1 Uji N-Gain	157
Lampiran 5.2 Uji Normalitas Kemampuan Berpikir Kritis.....	158
Lampiran 5.3 Uji Homogenitas Kemampuan Berpikir Kritis	160
Lampiran 5.4 Uji Hipotesis Kemampuan Berpikir Kritis	161

Lampiran 6 Dokumentasi Penelitian

Lampiran 6.1 Dokumentasi Pra Penelitian	163
Lampiran 6.2 Dokumentasi Pembelajaran di Kelas Eksperimen	164
Lampiran 6.3 Dokumentasi Pembelajaran di Kelas Kontrol.....	165

Lampiran 7 Surat-surat Penelitian

Lampiran 7.1 Nota Dinas Bimbingan Skripsi	167
Lampiran 7.2 Surat Validasi Instrumen.....	168
Lampiran 7.3 Surat Permohonan Pra Penelitian	170
Lampiran 7.4 Surat Permohonan Penelitian	171
Lampiran 7.5 Surat Balasan Penelitian.....	172
Lampiran 7.6 Surat Keterangan Hasil Turnitin.....	173
Lampiran 7.7 Kartu Konsultasi Bimbingan Skripsi	181
Lampiran 7.8 Surat Pengesahan Proposal.....	183



BAB I PENDAHULUAN

A. Penegasan Judul

Sebelum menguraikan skripsi ini lebih lanjut agar tidak ada kesalahpahaman dan penafsiran yang berbeda, maka perlu di berikan penjelasan tentang arti beberapa istilah dari judul “Pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) Berbasis STEM Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Pada Materi Pencemaran Lingkungan di MAN 1 Tanggamus”. Adapun istilah-istilah yang perlu di jelaskan yaitu:

1. Pengaruh

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, pengaruh didefinisikan suatu daya yang ada yang timbul dari seseorang atau benda yang ikut membentuk watak, kepercayaan atau perbuatan seseorang¹. Maka dapat disimpulkan istilah pengaruh dalam penelitian ini yaitu suatu penelitian yang mencari pertautan nilai antara suatu variabel dengan variabel lainnya. Variabel yang mempengaruhi dalam penelitian ini adalah pendekatan STEM pada model pembelajaran *Project Based Learning* PjBL yang merupakan variabel independent. Sedangkan kemampuan berpikir kritis merupakan variabel dependent.

2. Model Pembelajaran *Project Based Learning* (PJBL)

Merupakan pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk lebih mengembangkan pembelajarannya sendiri dan menghasilkan suatu produk. Pembelajaran berbasis projek, menyediakan pertanyaan-pertanyaan atau masalah yang menyertakan peserta didik dalam memecahkan masalah, membuat keputusan, melakukan

¹ Pusat Bahasa, *Kamus Besar Bahasa Indonesia* (Jakarta, 2017), hal.1150.

investigasi dan refleksi yang melibatkan pendidik sebagai fasilitator².

3. Berbasis STEM

Merupakan pendekatan yang menggabungkan keempat disiplin ilmu tersebut secara terpadu ke dalam metode pembelajaran berbasis masalah³. Pendekatan STEM dalam pendidikan di mana Sains, Teknologi, Teknik, Matematika terintegrasi dengan proses pendidikan yang berfokus pada pemecahan masalah dalam kehidupan sehari-hari yang nyata.

4. Berpikir Kritis

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, kata kritis di artikan sebagai sebuah kata yang menggambarkan sifat tidak lekas percaya, selalu berusaha menemukan kesalahan dan tajam dalam penganalisisan⁴. Jadi dapat di simpulkan bahwa berpikir kritis sebagai keterampilan kognitif yang di perlukan untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mengevaluasi kebenaran dari suatu argumen, sehingga di peroleh kesimpulan yang dapat di pertanggung jawabkan.

5. Pencemaran Lingkungan

Merupakan segala sesuatu baik berupa bahan-bahan fisika maupun kimia yang dapat mengganggu keseimbangan ekosistem. Macam-macam pencemaran lingkungan menurut tempat terjadinya yaitu pencemaran air, pencemaran tanah dan pencemaran udara. Materi yang digunakan pada penelitian ini menggunakan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari karena

² Farah Robi'atul Jauhariyyah, Hadi Suwono, and Ibrohim, "Science, Technology, Engineering and Mathematics Project Based Learning (STEM-PjBL) Pada Pembelajaran Sains," *Prosiding Seminar Pendidikan IPA Pascasarjana UM*, 2017, hal.432.

³ Tri Mulyani, "Pendekatan Pembelajaran STEM Untuk Menghadapi Revolusi," *Seminar Nasional Pascasarjana 2019* 7, no. 1 (2019): hal.455.

⁴ kamus pusat Bahasa, *Kamus Besar Bahasa Indonesia* (Jakarta : pusat bahasa, 2019), hal.820.

mudah dijumpai pada lingkungan sekitar peserta didik, sehingga dapat mendorong peserta didik untuk melakukan pengamatan dan penyelidikan secara langsung⁵

B. Latar Belakang Masalah

Menurut Undang - Undang nomor 20 tahun 2003 mengenai pendidikan yang diartikan sebagai peningkatan sekaligus perkembangan keahlian yang dimiliki peserta didik⁶. Pendidikan merupakan pintu bagi setiap manusia untuk menguasai ilmu pengetahuan dan teknologi⁷. Ilmu pengetahuan dan teknologi itu yang menyebabkan arus informasi menjadi cepat⁸. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada abad 21 ini merupakan era globalisasi yang menuntut setiap orang untuk menguasai ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK)⁹. Untuk menguasai IPTEK dibutuhkan sumberdaya manusia berkualitas yang dapat bertindak secara cepat, tepat, kreatif, dan inovatif. Oleh karena itu, pendidikan memiliki peranan penting untuk menciptakan sumber daya manusia yang berkualitas tersebut¹⁰. Pembelajaran yang berkualitas dapat terjadi jika peserta didik dapat menghubungkan

⁵ Subardi, Nuryani, and Shidiq Pramono, *Biologi 1 Kelas X SMA/ MA* (Jakarta: PT. Ari Pustaka, 2009), hal.215-235.

⁶ Putri Dewi Anggraini and Siti Sri Wulandari, "Analisis Penggunaan Model Pembelajaran Project Based Learning Dalam Peningkatan Keaktifan Siswa," *Jurnal Pendidikan Administrasi Perkantoran* 9, no. 2 (2021): hal.292.

⁷ Petri Reni Sasmita and Zainal Hartoyo, "Silampari Jurnal Pendidikan Ilmu Fisika Pengaruh Pendekatan Pembelajaran STEM Project-Based Learning Terhadap Pemahaman," *Jurnal Pendidikan Fisika* 2, no. 2 (2020): hal.137.

⁸ Ikhbar Hafidzino Paranduri, "Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning Terhadap Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Dan Disposisi Matematis Siswa," *JKPM (Jurnal Kajian Pendidikan Matematika)* 3, no. 2 (2018): hal.146.

⁹ Bagus Kurnianto and I Made Arsana, "Penerapan Pembelajaran Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Kemampuan Critical Thingking Dan Hasil Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Teknologi Dasar Otomotif Siswa Kelas X Tkr 1 Di Smkn 3 Boyolangu Tulungagung," *Jptm* 9, no. 3 (2020): hal.100.

¹⁰ Sasmita and Hartoyo, "Silampari Jurnal Pendidikan Ilmu Fisika Pengaruh Pendekatan Pembelajaran STEM Project-Based Learning Terhadap Pemahaman," *jurnal pendidikan fisika*,no.2,vol.2,2020 hal.17.

antara pengetahuan yang baru dengan pengetahuan yang telah dimiliki sebelumnya¹¹.

Pembelajaran IPA menuntut peserta didik memiliki kemampuan abad ke-21¹². Pendidikan pada abad 21 menuntut pembelajaran yang lebih mengembangkan keterampilan berpikir kreatif (*creative thinking*) dan berpikir kritis (*high order of thinking*)¹³. Keterampilan berpikir kritis merupakan salah satu hal yang sangat penting harus dilatih pada peserta didik agar peserta didik dapat menyelesaikan persoalan-persoalan konsep IPA yang dihadapinya¹⁴. Berpikir kritis dalam pembelajaran bertujuan untuk mengarahkan peserta didik untuk memiliki cara berpikir yang terstruktur dan cerdas dalam mengorganisasikan antar konsep dalam memecahkan masalah¹⁵. Sedangkan tujuan pendidikan yaitu mengembangkan kemampuan berpikir, bersikap rasional dan dinamis, berpandangan luas, agar peserta didik memiliki motivasi bahwa pendidikan yang diberikan berkaitan dengan peranan dan kedudukan mereka sebagai individu dan bersedia dalam mewujudkannya¹⁶.

Pendidikan Abad 21 memiliki tujuan yaitu mengembangkan keterampilan berpikir peserta didik¹⁷. Keterampilan berpikir kritis

-
- ¹¹ Raehanah Raehanah, Husnul Khatimah, and Suhirman Suhirman, "Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning Terhadap Kreatifitas Berpikir Dan Literasi Sains Siswa Sman 1 Gerung Tahun 2018/2019," *Spin Jurnal Kimia & Pendidikan Kimia* 2, no. 1 (2020): hal.14.
- ¹² Agus Ramdani et al., "Kemampuan Berpikir Kritis Dan Penguasaan Konsep Dasar IPA Peserta Didik," *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA* 6, no. 1 (2020): hal.119.
- ¹³ Ika Nur Kholifah, Al Maryanto, and Dan Eko Widodo, "Pengaruh Pembelajaran IPA Berbasis STEM Terhadap Sikap Ingin Tahu Dan Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta Didik," *E- Jurnal Pendidikan* 7, no. 3 (2018): hal.129.
- ¹⁴ Ramdani et al., "Kemampuan Berpikir Kritis Dan Penguasaan Konsep Dasar IPA Peserta Didik," *jurnal penelitian pendidikan*, no.1, vol.6, 2020 hal.120.
- ¹⁵ Khoerul Umam, "Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa Melalui Pembelajaran Reciprocal Teaching," *JPMI (Jurnal Pendidikan Matematika Indonesia)* 3, no. 2 (2018): hal.57.
- ¹⁶ Dwi Susanti et al., "Pengaruh Model Pembelajaran Discovery Learning Tipe POE Dan Aktivitas Belajar Terhadap Kemampuan Metakognitif," *Inomatika* 2, no. 2 (2020): hal.94.
- ¹⁷ Endang Susilawati et al., "Analisis Tingkat Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA," *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi* 6, no. 1 (2020): hal.11.

(*critical thinking skills*) dapat dikatakan sebagai sebuah keterampilan mendasar dan fundamental untuk memecahkan masalah. Keterampilan ini sangat penting untuk dimiliki oleh setiap peserta didik untuk menemukan sumber masalah, bagaimana mencari dan menanggapi suatu permasalahan¹⁸, tanggapan yang diberikan dipaparkan dalam bentuk alasan yang mendasar dan logis sehingga dapat digunakan untuk menarik suatu kesimpulan¹⁹. Kemampuan berpikir kritis yang dimiliki seseorang tidak dapat dimiliki secara langsung melainkan diperoleh melalui latihan²⁰.

Pendidikan tidak terlepas dari komponen-komponen pendidikan seperti pendidik, peserta didik, serta sarana dan prasarana pendidikan²¹. Saat ini proses pembelajaran masih berpusat pada pendidik (*teacher centered*)²², sehingga aktivitas belajar masih monoton dan terfokus pada apa yang diinstruksikan seorang pendidik²³. Akibatnya peserta didik tidak dapat menguasai keterampilan abad ke 21 secara optimal²⁴. Hal tersebut

¹⁸ Kodri Kodri, Neti Budiwati, and Ika Putera Waspada, "Technological Pedagogical Content Knowledge Untuk Meningkatkan Critical and Creative Thinking Skills Siswa," *Jurnal Ekonomi Pendidikan Dan Kewirausahaan* 8, no. 2 (2020): hal.130.

¹⁹ I F Lestari et al., "Pendekatan STEM Untuk Meningkatkan Keterampilan," *Pendidikan Dan Ilmu Fisika* 1, no. 2 (2021): hal.62.

²⁰ Fitria Sulvi Ulandari, Sri Wahyuni, and Rayendra Wahyu Bachtiar, "Pengembangan Modul Berbasis Saintifik Untuk Melatih Kemampuan Berpikir Kritis Pada Materi Gerak Harmonis Di Sman Balung," *Jurnal Pembelajaran Fisika* 7, no. 1 (2018): hal.16.

²¹ Sasmita and Hartoyo, "Silampari Jurnal Pendidikan Ilmu Fisika Pengaruh Pendekatan Pembelajaran STEM Project-Based Learning Terhadap Pemahaman," *jurnal pendidikan fisika*, vol.2,no.2,2020 hal.138.

²² I Wayan Redhana, "Mengembangkan Keterampilan Abad Ke-21 Dalam Pembelajaran Kimia," *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia* 13, no. 1 (2019): hal.2241.

²³ Asnani Lubis and Nazriani Lubis, "Desain Integrasi Pembelajaran Dengan Penilaian Abad 21 Sesuai Dengan Kurikulum 2013," *Jurnal Inovasi Pembelajaran Kimia* 1, no. 2 (2019): hal.95.

²⁴ Redhana, "Mengembangkan Keterampilan Abad Ke-21 Dalam Pembelajaran Kimia," *jurnal inovasi pendidikan kimia*, vol.13,no.1,2019 hal.2241.

mengakibatkan peserta didik menjadi pasif serta minat belajarnya pun rendah²⁵.

Untuk meningkatkan minat belajar peserta didik diperlukan keterampilan berpikir kritis, agar peserta didik mampu berpikir logis dan dapat mengambil keputusan secara rasional²⁶. Berpikir kritis dapat dikatakan sebagai bentuk kegiatan mental atau pikiran manusia yang aktif²⁷. Sebagai pendidik, seorang guru harus mampu menciptakan pembelajaran yang mampu melatih kemampuan berpikir kritis peserta didik untuk menemukan informasi belajar secara mandiri dan aktif²⁸. Maka dari itu pendidik harus mampu mendesain sistem pembelajaran yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik terutama dalam pembelajaran sains²⁹.

Hal tersebut membuktikan bahwa berpikir kritis sangat diperlukan dalam pembelajaran biologi³⁰. Berpikir kritis diterapkan kepada peserta didik agar dapat memecahkan masalah secara sistematis dan mampu berpendapat secara terorganisir³¹. Adapun upaya pemsyaratn dalam pembentukan kemampuan berpikir kritis dengan adanya kelas yang interaktif, peserta didik dipandang sebagai pemikir dan pendidik berperan sebagai

-
- 25 Rizal Khasani, Shofwan Ridho, and Bambang Subali, "Identifikasi Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP Pada Materi Hukum Newton," *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA* 5, no. 2 (2019): hal.166.
- 26 Susilawati et al., "Analisis Tingkat Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA," *jurnal pendidikan fisika dan teknologi*, vol.6,n0.1,2020 hal.12.
- 27 Umam, "Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa Melalui Pembelajaran Reciprocal Teaching," *jurnal pendidikan matematika indonesia*, vol.3,no.2,2019 hal.57.
- 28 Smpn Paringin, Pada Mata, and Pelajaran Ipa, "Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas Ix," *Prosiding Konferensi Nasional Penelitian Matematika Dan Pembelajarannya* 3, no. 2 (2016): hal.155.
- 29 Lubis and Lubis, "Desain Integrasi Pembelajaran Dengan Penilaian Abab 21 Sesuai Dengan Kurikulum 2013," *jurnal inovasi pembelajaran kimia*, vol.1,no.2,2019 hal.95.
- 30 Umam, "Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa Melalui Pembelajaran Reciprocal Teaching," *jurnal pendidikan matematika indonesia*, vol.3,no.2,2019 hal.47.
- 31 Paranduri, "Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning Terhadap Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Dan Disposisi Matematis Siswa," *jurnal kajian pendidikan matematika*, vol.3,no.2,2018 hal.146.

mediator, fasilitator, dan motivator yang membantu peserta didik dalam belajar³². Pendidik sebagai fasilitator dituntut untuk menguasai skill dan mampu menggunakan media pembelajaran, menggunakan model dan instrumen yang akan digunakan untuk evaluasi setelah pembelajaran³³. Bila seorang pendidik lebih senang menggunakan model pembelajaran satu arah (ceramah), akan menurunkan minat gairah atau semangat belajar peserta didik dan membekukan penalarannya. Model pembelajaran seperti ini hanya mengkondisikan anak menerima dan kurang aktif dalam mencari atau menemukan informasi baru untuk memecahkan masalah³⁴.

Proses pembelajaran selama ini masih nampak hanya berpusat pada pendidik³⁵. Maka pendidik jarang memperhatikan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Pendidik sering menerapkan model pembelajaran yang berpusat pada guru, yang menyebabkan sebagian besar peserta didik di kelas cenderung tidak memperhatikan penjelasan yang diberikan. Terlihat suatu pembelajaran, guru hanya memaparkan konsep dan teori yang sudah tercantum dalam buku. Pemaparan teori membuat peserta didik hanya memahami dari ruang lingkup pengetahuannya saja sehingga peserta didik cenderung menghafal materi tanpa memahami suatu konsep. Pembelajaran seperti itu tidak dapat membuat peserta didik berpikir secara kritis untuk memecahkan masalah yang ada dilingkungan sekitarnya. Hal tersebut berdampak pada hasil belajar peserta didik. Hasil belajar yang rendah menunjukkan kemampuan berpikir kritis peserta didik yang masih rendah pula. Maka dari itu kita dapat melihat kondisi

³² Ibid., jurnal kajian pendidikan matematika, vol.3, no.2, 2018 hal.156.

³³ Renny Yunus Mm et al., "Development of Google Form Based on Scientific Literacy Principles for Junior High School Students in Heat Material," *Journal of Physics: Conference Series* 1467, no. 1 (2020): hal.2.

³⁴ Raehanah, Khatimah, and Suhirman, "Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning Terhadap Kreatifitas Berpikir Dan Literasi Sains Siswa Sman 1 Gerung Tahun 2018/2019," *jurnal kimia dan pendidikan kimia*, vol.2, no.1, 2020 hal.17.

³⁵ Chairul Anwar, "Efektivitas Pembelajaran Berbasis Masalah Terintegrasi Dengan Nilai-Nilai Islam Berbasis TIK Pada Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Dan Karakter Siswa," *Jurnal Al-Ta Lim* 23, no. 3 (2017): hal.225.

ini dari hasil observasi yang dilakukan di kelas X MIA 1 dan MIA 2 pada materi virus.

Tabel 1.1
Nilai Tes Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Kelas X MAN 1
Tanggamus

No	Indikator	Presentase	Kategori
1	Memberikan penjelasan sederhana	65,4%	Sedang
2	Menentukan dasar pengambilan keputusan	57,7%	Rendah
3	Menarik kesimpulan	47,7%	Sangat Rendah
4	Memberikan penjelasan lebih	31,9%	Sangat Rendah
5	Mengatur strategi dan taktik	16,5%	Sangat Rendah

Berdasarkan Tabel 1.1 dapat dilihat bahwa nilai kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi virus di setiap indikatornya sangat variatif. Data nilai tersebut menunjukkan 3 tingkatan kategori kemampuan berpikir kritis peserta didik yaitu sedang, rendah dan sangat rendah. Kemampuan berpikir kritis peserta didik belum mencapai hasil yang maksimal, disebabkan latihan untuk mengasah kemampuan berpikir kritis kepada peserta didik belum diberikan. Kepiawaian berpikir kritis yang tidak berkembang akan mengakibatkan kurangnya rasa ingin tahu peserta didik tentang suatu perkara yang ada di sekitar mereka.

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan dengan guru bidang studi biologi kelas X di MAN 1 Tanggamus. Pendidik mengatakan bahwa dalam proses pembelajaran masih menggunakan model pembelajaran discovery learning dengan metode ceramah dimana pendidik menjadi pusat dalam pembelajaran dan peserta didik hanya menyimak dan mengingat teori yang diberikan, tanpa memahami konsep-konsep sains yang berkaitan dengan kehidupan nyata. Akibatnya, peserta didik menjadi kurang aktif dan merasa jenuh terhadap model pembelajaran yang diterapkan. Tentunya kondisi ini menjadi suatu keprihatinan, seharusnya setiap pendidik melakukan

inovasi dalam proses pembelajaran yang dapat meningkatkan aktivitas belajar peserta didik. Oleh karena itu diperlukan adanya suatu model atau metode pembelajaran yang dapat melibatkan peserta didik pada saat kegiatan pembelajaran secara aktif dan peserta didik dapat memahami materi sesuai dengan tujuan pembelajaran, dapat mengaplikasikan materi tersebut dalam kehidupan sehari-hari, serta tanggap terhadap permasalahan-permasalahan yang ada dilingkungan sekitar dalam upaya meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

Guna mengatasi permasalahan pada pembelajaran biologi di MAN 1 Tanggamus, dibutuhkan model pembelajaran yang dapat melibatkan peserta didik pada saat kegiatan pembelajaran secara aktif sehingga peserta didik dapat mengembangkan kemampuan berpikir kritis. Adapun model pembelajaran yang berpusat pada peserta didik (*student centered learning*) yang sangat tepat dan efektif untuk diaplikasikan dalam pembelajaran biologi dalam rangka meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Salah satunya yaitu model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) yang memberikan kebebasan kepada peserta didik untuk merancang sendiri aktivitas belajar mereka, membuat proyek yang berkaitan dengan permasalahan kehidupan sehari-hari dan kegiatan akhir pembelajaran dapat mempresentasikan produk tersebut kepada orang lain³⁶. Model pembelajaran *project based learning* (PjBL) memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengembangkan pembelajaran sendiri, lebih realistis dan menghasilkan produk³⁷. Metode pengajaran ini menggunakan persoalan masalah agar peserta didik dapat mudah memahami serta menyerap teori yang diberikan³⁸. Model PjBL ini salah satu model yang disarankan pada kurikulum 2013 karena dapat

³⁶ Afni Nur Afifah and Nur Ilmiyati, "Pengaruh Model Project Based Learning (PjBL) Dengan Pendekatan STEM Terhadap Penguasaan Konsep Dan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa," *J-KIP: (Jurnal Keguruan Dan Ilmu Pendidikan)* 1, no. 2 (2020): hal.34.

³⁷ Anis Wahdati Sholekah, "Peningkatan Motivasi Dan Hasil Belajar IPA Materi Pencemaran Lingkungan Melalui Model PjBL Siswa Kelas VII SMPN 9 Salatiga," *Jurnal Pendidikan Mipa* 10, no. 1 (2020): hal.17.

³⁸ Angraini and Wulandari, "Analisis Penggunaan Model Pembelajaran Project Based Learning Dalam Peningkatan Keaktifan Siswa," *jurnal administrasi perkantoran*, vol.9,n0.2,2021 hal.294.

meningkatkan keaktifan serta kekreatifitas peserta didik³⁹. Pada pelaksanaan pembelajaran PjBL dapat diintegrasikan dengan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*)⁴⁰.

Pendekatan STEM sebagai suatu pendekatan prevetif diharapkan mampu membantu peserta didik mengintegrasikan aspek *Science, Technology, Engineering and Mathematics* yang memfokuskan proses pendidikan pada pemecahan masalah nyata dalam kehidupan sehari-hari. Masing-masing aspek STEM jika diintegrasikan akan membantu peserta didik menyelesaikan suatu masalah jauh lebih komprehensif⁴¹. STEM menunjukkan kepada peserta didik bagaimana konsep, prinsip, teknik sains, teknologi, teknik dan matematika digunakan secara terintegrasi untuk mengembangkan produk, proses, dan sistem yang bermanfaat bagi kehidupan manusia⁴². Sedangkan pada model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) memiliki Kelebihan yang dapat memberikan pengalaman kepada peserta didik mengenai praktik menyusun proyek dan menyediakan pengalaman belajar yang melibatkan peserta didik secara kompleks⁴³.

Model PjBL dengan STEM merupakan perpaduan yang sangat apik dan saling melengkapi⁴⁴, pada pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) peserta didik memahami konsep dengan membuat sebuah produk. Sedangkan pada pendekatan STEM terjadi proses

³⁹ Teguh Wijayanto, Bambang Supriadi, and Lailatul Nuraini, "Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning Dengan Pendekatan Stem Terhadap Hasil Belajar Siswa Sma," *Jurnal Pembelajaran Fisika* 9, no. 3 (2020): hal.114.

⁴⁰ Ade Fitriyani, Toto Toto, and Euis Erlin, "Implementasi Model PjBL-STEM Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi," *Bioed: Jurnal Pendidikan Biologi* 8, no. 2 (2020): hal.1.

⁴¹ Betty Heryuriani and Musdayati, "Pembelajaran Materi Aritmetika Sosial Dengan Pendekatan STEM," *Inomatika* 2, no. 2 (2020): hal.149.

⁴² Mulyani, "Pendekatan Pembelajaran STEM Untuk Menghadapi Revolusi," seminar nasional pascasarjana, vol.7, no.1, 2019 hal.456.

⁴³ Betty Heryuriani and Musdayati, "Pembelajaran Materi Aritmetika Sosial Dengan Pendekatan STEM," *informatika*, vol.2, no.2, 2020 hal.148.

⁴⁴ F M Ulfa, M Asikin, and N K Dwidayati, "Membangun Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa Dengan Pembelajaran PjBL Terintegrasi Pendekatan STEM," *Prosiding Seminar ...* 4, no. 2 (2019): hal.614.

perancangan dan redesign untuk di terapkan dalam permasalahan kehidupan sehari-hari yang terkait bidang ilmu STEM⁴⁵. Model pembelajaran PjBL dengan pendekatan STEM diawali dengan sebuah permasalahan yang ada dalam kehidupan sehari-hari lalu peserta didik di tuntut untuk menyelesaikannya dengan mengaplikasikan dalam sebuah produk nyata⁴⁶. Melalui integrasi Model PjBL dengan STEM peserta didik dapat menggali ide, mengembangkan produk, dan meningkatkan keterampilan merancang, sehingga lebih optimal dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik⁴⁷.

Berdasarkan pada masalah-masalah yang telah diuraikan di atas, maka perlu dilakukan suatu penelitian lebih lanjut mengenai “Pengaruh Model Pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis *STEM* Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Pada Materi Pencemaran Lingkungan di MAN 1 Tanggamus”. Penelitian ini di harapkan mampu menghasilkan produk sebagai bahan ajar dalam rangka meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

B. Identifikasi dan Batasan Masalah

Masalah yang teridentifikasi berdasarkan latar belakang adalah sebagai berikut :

1. Identifikasi

- a. Kemampuan berpikir kritis peserta didik kelas X MIPA di MAN 1 Tanggamus masih rendah.
- b. Proses pembelajaran masih berpusat pada guru (*teacher centered*) yaitu menggunakan metode ceramah.

⁴⁵ Awang Kustiawan, “Pengaruh Model PjBL-STEM Dalam Pembelajaran IPA Pada Materi Bioteknologi Terhadap Motivasi Siswa,” *Pendidikan Dan Ilmu Fisika* 3, no. 1 (2022): hal.308.

⁴⁶ Nur Afifah and Ilmiyati, “Pengaruh Model Project Based Learning (PjBL) Dengan Pendekatan STEM Terhadap Penguasaan Konsep Dan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa,” *jurnal keguruan dan ilmu pendidikan*, vol.1,no.2,2020 hal.38.

⁴⁷ Novi Sylvia Windasari, Sri Yamtinah, and Susanti Vh, “Pengaruh Model Project Based Learning Terintegrasi STEM (PjBL-STEM) Terhadap Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Pada Materi Asam Dan Basa Kelas XI Di SMA Negeri 3 Surakarta Tahun Pelajaran 2018/2019,” *Jurnal Pendidikan Kimia* 9, no. 1 (2020): hal.46.

- c. Dalam kegiatan proses belajar mengajar peserta didik kurang aktif.
- d. Peserta didik lebih memahami suatu materi dalam bentuk ingatan tanpa memahami suatu konsep.

2. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi latar belakang, terdapat beberapa permasalahan yang harus dibatasi sebagai berikut :

- a. Model pembelajaran yang di gunakan adalah *model Project Based Learning* (PjBL) Sintaks dari model PjBL ini yaitu menentukan proyek, perencanaan penyelesaian proyek, penyusunan jadwal pelaksanaan proyek, penyesuaian proyek dengan fasilitas dan monitoring pendidik, penyusunan laporan dan presentasi hasil proyek dan evaluasi proyek dan hasil proyek.
- b. Pendekatan yang diterapkan adalah pendekatan *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (STEM). *Science* merupakan kajian tentang fenomena alam yang melibatkan observasi dan pengukuran untuk menjelaskan secara objek alam yang selalu berubah. *Technology* untuk memahami teknologi baru yang dikembangkan untuk memperngaruhi masyarakat, bangsa dan dunia. *Engineering* yaitu bagaimana teknologi itu dapat dikembangkan melalu proses desain. *Mathematic* dalam menganalisis alasan, mengkomunikasikan ide secara efektif dan menafsirkan solusi untuk masalah matematika.
- c. Berpikir kritis merupakan suatu kegiatan melalui cara berpikir tentang ide atau gagasan yang berhubungan dengan konsep yang di berikan atau masalah yang di paparkan, agar dapat menganalisis suatu masalah, mengatur strategi pemecahan masalah, mampu mengevaluasi dan memberikan argumen yang logis terhadap suatu pernyataan, dan dapat menarik kesimpulan.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi dan batasan masalah yang telah diuraikan diatas, maka dapat dirumuskan yaitu:

Apakah terdapat pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik materi pencemaran lingkungan di MAN 1 Tanggamus?

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan di atas, maka tujuan penelitian yaitu:

Untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik materi pencemaran lingkungan di MAN 1 Tanggamus.

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Bagi Pendidik

Memberikan alternatif model pembelajaran yang sesuai dengan materi, situasi dan kondisi lingkungan sekolah.

2. Bagi Peserta Didik

Memberikan peserta didik pengalaman belajar yang berbeda dengan menggunakan model pembelajaran *Project Based Learning* dengan pendekatan STEM.

3. Bagi Sekolah

Sebagai sumbangan pemikiran dalam upaya peningkatan kualitas pengolahan kegiatan proses pembelajaran di sekolah, terutama untuk mata pelajaran Biologi di MAN 1 Tanggamus.

4. Bagi Peneliti Lain

Di harapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam melakukan penelitian lebih lanjut mengenai model pembelajaran *Project Based Learning* dengan pendekatan STEM terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik.

F. Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan

Berdasarkan teori dan penelitian terdahulu, merupakan hal yang perlu di jadikan data dalam pembuatan proposal skripsi guna melengkapi tugas- tugas dan memenuhi syarat-syarat dalam memperoleh gelar sarjana pendidikan (S.Pd) pendidikan biologi dan sebagai dasar untuk menyatakan bahwa penelitian yang akan di lakukan ini berbeda dengan penelitian-penelitian sebelumnya. Sebagai bahan pertimbangan dalam penelitian ini dicantumkan beberapa hasil penelitian terdahulu oleh beberapa penelitian yang pernah di lakukan, diantaranya sebagai berikut:

Penelitian Ika Nur Kholifah, Al-Maryanto, dan Eko Widodo, tahun 2018 FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta tentang “Pengaruh Pembelajaran IPA Berbasis STEM terhadap sikap ingin tahu dan keterampilan berpikir kreatif peserta didik SMP.” Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa pengaruh pembelajaran IPA berbasis STEM terhadap sikap ingin tahu peserta didik SMP materi tekanan pada zat cair dengan nilai *effect size* sebesar 0,92 kategori besar dan pengaruh pembelajaran IPA berbasis STEM terhadap keterampilan berpikir kreatif peserta didik SMP pada materi tekanan zat cair dengan *effect size* sebesar 1,36 kategori besar⁴⁸.

Novia Ayu Lestari, Sunarty Suly Eraku, dan Rusiyah, tahun 2019 Universitas Negeri Gorontalo tentang “Pengaruh pembelajaran project based learning berintegrasikan science, technology, engineering and mathematics (STEM) terhadap hasil belajar geografi di SMA N 1 Gorontalo”. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa ada perbedaan hasil belajar peserta didik yang menggunakan model pembelajaran project based learning dengan hasil belajar yang menggunakan model pembelajaran learning cycle 5E yang menggunakan pengujian normalitas tes untuk kelas eksperimen sebesar $3,449 < 11,070$ dan untuk kelas control sebesar $1,023 \leq 9,488$ ⁴⁹.

⁴⁸ Nur Kholifah, Maryanto, and Eko Widodo, “Pengaruh Pembelajaran IPA Berbasis STEM Terhadap Sikap Ingin Tahu Dan Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta Didik,” jurnal pendidikan, vol.7, no.3, 2018 hal.129.

⁴⁹ Novia Ayu Lestari, Sunarty Suly Eraku, and Rusiyah Rusiyah, “Pengaruh Pembelajaran Berintegrasikan Science, Technology, Engineering, and

Komang Ratna Mayuni, Ni Wayan Rati, dan Luh Putu Putrini, tahun 2019 fakultas ilmu pendidikan Universitas pendidikan Ganesha Singaraja tentang “Pengaruh model pembelajaran project based learning (pjbl) terhadap hasil belajar IPA”. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan hasil belajar IPA antara kelompok siswa yang dibelajarkan dengan menggunakan model pjbl dengan skor 22,15 dan dengan model konvensional adalah 17,21 yang berada pada kategori tinggi dan $t_{hitung} = 6,3$, $t_{Tabel} = 2,021$ pada taraf signifikan 5%⁵⁰.

Penelitian Salma Faizah .A, I Wayan Distrik, dan Ismu Wahyudi, tahun 2019 Pendidikan Fisika Universitas Lampung tentang “Pengaruh model pembelajaran inkuiri terbimbing berbantuan buku siswa Berbasis Pendekatan Terpadu STEM Terhadap Hasil Belajar” Hasil penelitian tersebut menunjukkan perbedaan hasil belajar pada siswa di kelas eksperimen dan kelas kontrol dengan rata-rata N gain berturut-turut, yaitu 0,62 dan 0,30 dan hasil uji independent sample t test $t_{hitung} > t_{tabel}$ yaitu 5,485 > 2,069 pada taraf kepercayaan 95% ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh signifikan terhadap pengaruh model pembelajaran inkuiri terbimbing berbantuan buku siswa berbasis pendekatan terpadu STEM terhadap hasil belajar⁵¹.

Penelitian Novi Sylvia Windasar, Sri Yamtinah, dan Elfi Susanti VH, tahun 2020 Program studi pendidikan kimia Universitas Sebelas Maret tentang “Pengaruh Model Project Based Learning Terintegrasi STEM (PjBL-STEM) Terhadap Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Pada Materi Asam dan Basa”. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa hasil uji-t pihak kanan yang di peroleh harga $t_{hitung} = 3,428$ dan harga t

Mathematics (Stem) Terhadap Hasil Belajar Geografi Di Sma Negeri 1 Gorontalo,” *Jambura Geo Education Journal* 2, no. 2 (2021): 70.

- 50 Jonathan Hutapea and Mariati P Simanjuntak, “PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN PROJECT BASED LEARNING (PjBL) TERHADAP HASIL BELAJAR SISWA SMA,” *INPAFI (Inovasi Pembelajaran Fisika)* 5, no. 1 (2017): 183.
- 51 Salma Faizah Amatullah, I Wayan Distrik, and Ismu Wahyudi, “Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbantuan Buku Siswa Berbasis Pendekatan Terpadu Stem Terhadap Hasil Belajar,” *Jurnal Pendidikan Fisika* 7, no. 1 (2019): hal.18.

tabel=2.000. jadi, t hitung $>$ t tabel. Keputusan uji adalah H_0 di tolak dan di peroleh kesimpulan rata-rata nilai sebesar 70,09 dan kelas PjBL hanya sebesar 60,09⁵².

Penelitian Okta Aji Saputro, dan Theresia Sri Rahayu, tahun 2020 Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga tentang “Perbedaan pengaruh penerapan model pembelajaran project based learning (PJBL) dan problem based learning (PBL) berbantu media monopoli terhadap kemampuan berpikir kritis.” Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa nilai signifikansi $0.00 < 0.05$, maka H_0 ditolak H_a diterima⁵³.

Penelitian Petri Reni Sasmita dan Zainal Hartoyo, tahun 2020 program studi pendidikan fisika, sekolah tinggi keguruan dan ilmu pendidikan Muhammadiyah Sungai Penuh, Kerinci, Jambi tentang” Pengaruh pendekatan pembelajaran STEM project based learning terhadap pemahaman konsep fisika siswa.” Hasil penelitian menunjukkan bahwa perhitungan effect size menunjukkan bahwa pendekatan STEM project based learning berpengaruh besar terhadap kemampuan pemahaman konsep fisika siswa⁵⁴.

Dari penelitian di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa persamaan penelitian terdahulu dengan penelitian yang akan peneliti lakukan terletak pada variable bebas yang menggunakan model pembelajaran project based learning berbasis STEM sedangkan perbedaanya terletak pada variable terikat yang mengacu pada kemampuan berpikir kritis dan proyek yang akan dihasilkan berupa pengelolaan sampah organik dengan memanfaatkan teknologi biokonversi oleh maggot *Black Soldier Fly* (BSF).

52 Windasari, Yamtinah, and Vh, “Pengaruh Model Project Based Learning Terintegrasi STEM (PjBL-STEM) Terhadap Kemampuan Berpikir Tinggi Pada Materi Asam Dan Basa Kelas XI Di SMA Negeri 3 Surakarta Tahun Pelajaran 2018/2019,” jurnal pendidikan kimia, vol.9,no.1,2020 hal.48.

53 Okta Aji Saputro and Theresia Sri Rayahu, “Perbedaan Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning (Pjbl) Dan Problem Based Learning (Pbl) Berbantuan Media Monopoli,” *Jurnal Imiah Pendidikan Dan Pembelajaran* 4, no. 1 (2020): hal.185.

54 Sasmita and Hartoyo, “Silampari Jurnal Pendidikan Ilmu Fisika Pengaruh Pendekatan Pembelajaran STEM Project-Based Learning Terhadap Pemahaman,” jurnal pendidikan fisika,vol.2,no.2,2020 hal.138.

G. Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan penulisan dalam menyelesaikan penelitian ini, maka penulisan menyusun sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi tentang penegasan judul, latar belakang masalah, identifikasi dan batasan masalah, rumusan masalah, tujuan masalah, manfaat penelitian, kajian penelitian terdahulu yang relevan dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI DAN PENGAJUAN HIPOTESIS

Pada bab ini berisi tentang landasan teori dan pengajuan hipotesis.

BAB III METODE PENELITIAN

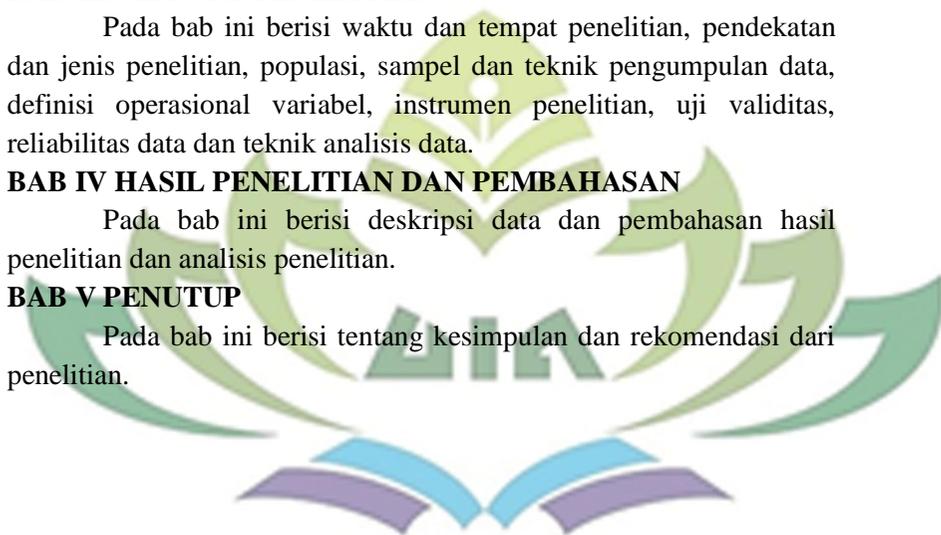
Pada bab ini berisi waktu dan tempat penelitian, pendekatan dan jenis penelitian, populasi, sampel dan teknik pengumpulan data, definisi operasional variabel, instrumen penelitian, uji validitas, reliabilitas data dan teknik analisis data.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi deskripsi data dan pembahasan hasil penelitian dan analisis penelitian.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dan rekomendasi dari penelitian.





BAB II LANDASAN TEORI DAN PENGAJUAN HIPOTESIS

A. Model Pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL)

1. Pengertian Model Pembelajaran

Model pembelajaran adalah cara yang digunakan pendidik dalam mengadakan hubungan dengan peserta didik pada saat berlangsungnya pembelajaran⁵⁵. Pembelajaran meliputi tujuan, sintaks, lingkungan dan sistem pengolahannya. Model pembelajaran merupakan bungkus atau bingkai dari penerapan suatu pendekatan, metode dan teknik pembelajaran⁵⁶. Model pembelajaran yaitu cara yang digunakan oleh pendidik pada saat pembelajaran berlangsung. Sedangkan metode adalah cara-cara menyajikan materi pelajaran agar tujuan proses pembelajaran tercapai⁵⁷.

Model pembelajaran merupakan perencanaan tutorial pembelajaran yang tersusun secara sistematis sebagai pedoman pendidik dalam merencanakan pembelajaran di kelas⁵⁸. Dalam memilih model pembelajaran harus mempertimbangkan tiga aspek yaitu hasil, isi materi dan proses pembelajaran itu sendiri⁵⁹. Model pembelajaran yang paling sering diterapkan oleh pendidik adalah metode ceramah atau metode konvensional namun seiring

⁵⁵ S M A Swasta Se-kabupaten Purworejo, "Gambaran Pendekatan Pembelajaran Biologi Kurikulum 2013 Di Sma Swasta Se-Kabupaten Purworejo," *Ilmu Pendidikan Indonesia* 9, no. 1 (2021): hal.3.

⁵⁶ Jeani Alfirahmadita and Samsul Maarif, "Penerapan Model Pembelajaran Diskusi Kelas Dengan Pemecahan Masalah Konstektual Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa," *Jurnal Pendidikan Matematika* 8, no. 3 (2020): hal.17.

⁵⁷ Fivia Eliza, Suriyadi Suriyadi, and Doni Tri Putra Yanto, "Peningkatan Kompetensi Psikomotor Siswa Melalui Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) Di SMKN 5 Padang," *INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional Dan Teknologi* 19, no. 2 (2019): ilmu pendidikan indonesia,vol.9,no.1,2021 hal.58-59.

⁵⁸ Wijayanto, Supriadi, and Nuraini, "Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning Dengan Pendekatan Stem Terhadap Hasil Belajar Siswa Sma," *pembelajaran fisika*,vol.9,no.3,2020 hal.114.

⁵⁹ Eliza, Suriyadi, and Yanto, "Peningkatan Kompetensi Psikomotor Siswa Melalui Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) Di SMKN 5 Padang," *jurnal pendidikan indonesia*,vol.9,no.1,2021 hal.58-59.

perkembangan zaman model pembelajaran menjadi lebih kreatif dan inovatif. Pada hakikatnya pembelajaran merupakan interaksi dua arah dari seorang pendidik dan peserta didik agar tujuan pembelajaran dapat tercapai⁶⁰.

2. Pengertian model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL)

Project Based Learning (PjBL) adalah salah satu model pembelajaran tematik terpadu⁶¹. Model pembelajaran ini berbasis proyek, proyek yang dimaksud adalah suatu rancangan berupa ilmu pengetahuan, teknologi, masyarakat dan matematika⁶². *Project based learning* merupakan pembelajaran inovatif yang berpusat pada peserta didik dengan menempatkan pendidik sebagai fasilitator dan motivator⁶³.

Project Based Learning adalah model pembelajaran yang menggunakan masalah nyata sebagai suatu konteks bagi peserta didik untuk belajar dan dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis, mampu memberikan solusi dalam menyelesaikan permasalahan dengan menciptakan suatu ide atau produk dengan memanfaatkan lingkungan yang ada⁶⁴. Sehingga dapat melibatkan peserta didik aktif dalam proses pembelajarannya⁶⁵.

⁶⁰ Angraini and Wulandari, "Analisis Penggunaan Model Pembelajaran Project Based Learning Dalam Peningkatan Keaktifan Siswa," *jurnal administrasi perkantoran*, vol.9, no.2, 2021 hal.294.

⁶¹ Wilma Muzria and Tin Indrawati, "Pengaruh Model Project Based Learning Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Pembelajaran Tematik Terpadu Sekolah Dasar," *Jurnal Pendidikan Tembusai* 4, no. 3 (2020): hal.2232.

⁶² Wijayanto, Supriadi, and Nuraini, "Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning Dengan Pendekatan Stem Terhadap Hasil Belajar Siswa Sma," *pembelajaran fisika*, vol.9, no.2, 2020 hal.114.

⁶³ Eliza, Suriyadi, and Yanto, "Peningkatan Kompetensi Psikomotor Siswa Melalui Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) Di SMKN 5 Padang," *ilmu pendidikan indonesia*, vol.9, no.1, 2021 hal.59.

⁶⁴ Endah Rita S.D, Riiivanna Citraning R, and Lailatul Mustofiyah, "Penerapan Pembelajaran Project Based Learning Terhadap Kreativitas Dan Hasil Belajar Kognitif Siswa SMA Kelas X Pada Materi Pencemaran Lingkungan," *Jurnal Ilmiah Kependidikan* 3, no. 2 (2020): hal. 72.

⁶⁵ Vina Melinda and Melva Zainil, "Penerapan Model Project Based Learning Untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa Sekolah Dasar (Studi Literatur)," *Jurnal Pendidikan Tambusai* 4, no. 2 (2020): hal.1526.

3. Tujuan Model Pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL)

Tujuan dari model pembelajaran *Project Based Learning* seperti berikut ini:

1. Meningkatkan kemampuan peserta didik dalam pemecahan masalah.
2. Membuat peserta didik menjadi aktif dalam memecahkan masalah proyek dengan hasil produk nyata.
3. Memperoleh pengetahuan dan keterampilan baru dalam pembelajaran.
4. Mengembangkan dan meningkatkan keterampilan peserta didik dalam mengolah bahan atau alat untuk menyelesaikan proyek.
5. Meningkatkan kolaborasi peserta didik yang bersifat kelompok⁶⁶

4. Karakteristik Model *Project Based Learning* (PjBL)

Penggunaan model pembelajaran ini melibatkan kerja proyek dimana peserta didik akan menghasilkan produk nyata. Karakteristik model pembelajaran berbasis proyek sebagai berikut :

1. Peserta didik membuat keputusan tentang sebuah kerangka kerja.
2. Adanya permasalahan atau tantangan yang diajukan perserta didik. Peserta didik mendesain proses untuk menentukan solusi atas permasalahan yang ada.
3. Peserta didik secara kolaboratif bertanggung jawab untuk memecahkan permasalahan.
4. Proses evaluasi dijalankan secara kontinue.
5. Produk akhir belajar akan dievaluasi secara kualitatif.
6. Situasi pembelajaran sangat toleran terhadap kesalahan dan perubahan⁶⁷.

⁶⁶ Eliza, Suriyadi, and Yanto, "Peningkatan Kompetensi Psikomotor Siswa Melalui Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) Di SMKN 5 Padang," *ilmu pendidikan indonesia*, vol.9.no.1,2021 hal.59.

5. Sintaks Model Pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL)

Langkah-langkah model pembelajaran *project based learning* sebagai berikut:

Tabel 2.1
Sintaks Kegiatan Model Pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL)

No	Sintaks	Kegiatan
1	Penentuan proyek	Penyampaian topik dalam teori oleh pendidik kemudian disusul dengan kegiatan pertanyaan tentang pemecahan masalah.
2	Perencanaan langkah-langkah penyelesaian proyek	Pendidik melakukan pengelompokkan terhadap peserta didik sesuai dengan prosedur pembuatan proyek.
3	Penyusunan jadwal pelaksanaan proyek	Melakukan penetapan langkah-langkah serta jadwal antara pendidik dan peserta didik dalam penyelesaian proyek tersebut.
4	Penyelesaian proyek dengan fasilitas dan monitoring	Pemantauan yang dilakukan oleh pendidik mengenai keaktifan peserta didik ketika menyelesaikan proyek
5	Penyusunan laporan dan presentasi hasil proyek	Pendidik melakukan discuss dalam pemantauan realisasi yang dilakukan pada peserta didik. Pembahasan yang dilakukan dijadikan laporan untuk pemaparan terhadap orang lain.

⁶⁷ Jauhariyyah, Suwono, and Ibrohim, "Science, Technology, Engineering and Mathematics Project Based Learning (STEM-PjBL) Pada Pembelajaran Sains."

6	Evaluasi proyek dan proyek hasil	Pendidik melakukan pengarahan pada proses pemaparan dari peserta didik, pendidik melakukan refleksi serta menyimpulkan secara garis besar apa yang telah diperoleh peserta didik melalui pengamatan ⁶⁸ .
---	----------------------------------	---

6. Kelebihan dan kelemahan Model Pembelajaran *Project Based Learning (PjBL)*

Setiap model pembelajaran memiliki kelebihan, adapun kelebihan yang di miliki model pembelajaran *project based learning* sebagai berikut :

1. Menumbuhkan stimulus belajar peserta didik.
2. membangun dan menerapkan kemampuan komunikasi
3. Menumbuhkan kemampuan peserta didik dalam mengolah bahan pembelajaran dalam mengolah peserta didik mampu mengimplementasi dalam mengkontruksi proyek.
4. Peserta didik dapat menjadikan lingkungan belajar yang menyenangkan, sehingga pendidik serta peserta didik dapat menikmati proses pembelajaran⁶⁹.

Selain kelebihan yang dimiliki model pembelajaran *project based learning* model tersebut juga memiliki kekurangan, antara lain sebagai berikut :

1. Sikap aktif peserta didik dapat menimbulkan suasana kelas yang kurang kondusif. Oleh karena itu, pendidik memberikan peluang beberapa menit untuk membebaskan peserta didik berdiskusi, jika waktu diskusi sudah cukup maka proses pembelajaran dapat dilakukan dengan tenang.

⁶⁸ Anggraini and Wulandari, "Analisis Penggunaan Model Pembelajaran Project Based Learning Dalam Peningkatan Keaktifan Siswa," pendidikan administrasi perkantoran, vol.9, no.2, 2021 hal.294-295.

⁶⁹ Melinda and Zainil, "Penerapan Model Project Based Learning Untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa Sekolah Dasar (Studi Literatur)," jurnal pendidikan tambusai, vol.4, no.2, 2020 hal.1527.

2. Penerapan alokasi waktu untuk peserta didik telah diterapkan namun tetap membuat situasi pengajaran tidak kondusif, maka pendidik berhak memberikan waktu tambahan secara bergantian pada tiap kelompoknya⁷⁰.

B. Pendekatan

1. Pengertian Pendekatan

Bentuk pengelolaan pembelajaran adalah dengan pendekatan pembelajaran⁷¹. Pemilihan pendekatan pembelajaran yang tepat dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik. Inovasi pembelajaran saat ini sangat dibutuhkan oleh sekolah dalam meningkatkan keterampilan belajar⁷². Salah satu kendala kurangnya kemampuan belajar peserta didik adalah strategi pembelajarannya yang kurang inovatif⁷³. Seharusnya pendidik harus kreatif dan inovatif dalam menerapkan pembelajaran agar peserta didik mampu menggunakan kemampuan berpikir tingkat tinggi⁷⁴.

Pendekatan pembelajaran adalah wawasan yang dilandasi pada prinsip pembelajaran dan teori pembelajaran, cara pandang dalam memilih kegiatan pembelajaran dimana setiap pendekatan memiliki karakteristik dan tujuan yang berbeda⁷⁵. Maka, dalam

⁷⁰ Angraini and Wulandari, "Analisis Penggunaan Model Pembelajaran Project Based Learning Dalam Peningkatan Keaktifan Siswa," pendidikan administrasi pekantor, vol.9, no.2, 2021 hal.295.

⁷¹ Purworejo, "Gambaran Pendekatan Pembelajaran Biologi Kurikulum 2013 Di Sma Swasta Se-Kabupaten Purworejo," jurnal ilmu pendidikan indonesia, vol.9, no.1, 2021 hal.3.

⁷² Jimmi Andrew Mamahit et al., "Efektivitas Model Project-Based Learning Terintegrasi STEM (PjBL-STEM) Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Kelas X," *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan* 5, no. 9 (2020): hal. 1285.

⁷³ Mairi Sukma, "Pengaruh Pendekatan Stem (Science, Technology, Engineering, Mathematics) Terhadap Pengetahuan, Sikap Dan Kepercayaan," *Prosiding Seminar Nasional Mipa Iv 1*, no. 5 (2018): hal.118.

⁷⁴ Nur Affah and Ilmiyati, "Pengaruh Model Project Based Learning (PjBL) Dengan Pendekatan STEM Terhadap Penguasaan Konsep Dan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa," jurnal keguruan dan ilmu pendidikan, vol.1, no.2, 2020 hal.34.

⁷⁵ Purworejo, "Gambaran Pendekatan Pembelajaran Biologi Kurikulum 2013 Di Sma Swasta Se-Kabupaten Purworejo," jurnal ilmu pendidikan indonesia, vol.9, no.1, 2021 hal.4.

memilih sebuah pendekatan, pendidik harus dapat menyesuaikan kondisi dan tujuan yang harus di capai. Salah satu pendekatan pembelajaran yang dapat memenuhi tuntutan pembelajaran abad 21 adalah pendekatan *Science, Technology, Engineering and Mathematic* (STEM)⁷⁶. Sesuai tuntutan keterampilan abad ke 21 yaitu keterampilan berpikir kritis, kreatif dan dapat memecahkan masalah⁷⁷.

2. Pengertian Pendekatan STEM

STEM singkatan dari *Science, Technology, Engineering and Mathematic*⁷⁸. STEM digagas oleh Amerika Serikat dan pertama kali digunakan oleh NFS pada tahun 1990 keempat disiplin ilmu tersebut secara terpadu dalam metode pembelajaran berbasis masalah⁷⁹. STEM merupakan pendekatan pembelajaran yang mampu meningkatkan keterampilan yang sesuai dengan tuntutan abad⁸⁰. Pembelajaran Abad ke 21 memfokuskan pada pemecahan masalah, kreativitas serta dapat mengembangkan inovatif⁸¹. Jadi pendekatan STEM merupakan pendekatan yang saling mengaitkan empat disiplin ilmu guna menciptakan pembelajaran yang berbasis permasalahan kehidupan sehari-hari sehingga

⁷⁶ Anita Tipani, Toto Toto, and Lia Yulisma, "Implementasi Model PjBL Berbasis STEM Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Dan Kemampuan Berpikir Analitis Siswa," *Bio Education: (The Journal of Science and Biology Education)* 4, no. 2 (2019): hal.71.

⁷⁷ Nur Afifah and Ilmiyati, "Pengaruh Model Project Based Learning (PjBL) Dengan Pendekatan STEM Terhadap Penguasaan Konsep Dan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa," *jurnal keguruan dan ilmu pendidikan*, vol.1,no.2,2020 hal.34.

⁷⁸ Flatya Indah Anggraini and Siti Huzaifah, "Implementation of STEM Learning in Secondary Schools," *Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Sriwijaya* 4, no. 1 (2017): hal.724.

⁷⁹ Mulyani, "Pendekatan Pembelajaran STEM Untuk Menghadapi Revolusi," *seminar nasional pscasarjana*, vol.4,no.2,2019 hal.455.

⁸⁰ Nur Kholifah, Maryanto, and Eko Widodo, "Pengaruh Pembelajaran IPA Berbasis STEM Terhadap Sikap Ingin Tahu Dan Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta Didik," *jurnal pendidikan*, vol.7,no.3,2018 hal.1463-1464.

⁸¹ Mulyani, "Pendekatan Pembelajaran STEM Untuk Menghadapi Revolusi," *seminar nasional pascasarjana*, vol.7,no.1,2019 hal.457.

peserta didik dapat menerapkan ilmu yang dipelajari disekolah dengan fenomena dalam dunia nyata⁸².

Pengembangan terbaru dari pendidikan yaitu pendidikan STEM yang memodifikasi pembelajaran dengan mengintegrasikan berbagai mata pelajaran sains⁸³. Tujuan dari pendekatan STEM agar peserta didik mempunyai *hard skills* yang diimbangi dengan *soft skills*⁸⁴. Pendekatan STEM diimplementasikan di sekolah agar peserta didik dapat menyelesaikan permasalahan dalam pembelajaran⁸⁵. STEM dapat diaplikasikan dalam pembelajaran sains dengan berbagai macam model pembelajaran sehingga cocok diterapkan pada pembelajaran di era globalisasi ini⁸⁶. Pendekatan STEM merupakan disiplin ilmu yang berkaitan erat satu sama lain. Sains membutuhkan matematika untuk mengolah data, sedangkan teknologi dan teknik merupakan aplikasi dari sains⁸⁷. Definisi dari keempat aspek STEM sebagai berikut :

⁸² Anggraini and Huzaifah, "Implementation of STEM Learning in Secondary Schools," program studi pendidikan biologi fakultas keguruan dan ilmu pendidikan, vol.4, no.1, 2017 hal.730.

⁸³ Dewi Sartika, "Pentingnya Pendidikan Berbasis STEM Dalam Kurikulum 2013," *Ilmu Sosial Dan Pendidikan* 3, no. 3 (2019): hal.89.

⁸⁴ Amatullah, Distrik, and Wahyudi, "Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbantuan Buku Siswa Berbasis Pendekatan Terpadu Stem Terhadap Hasil Belajar," *jurnal pendidikan fisika*, vol.7, no.1, 2019 hal.18.

⁸⁵ Anggraini and Huzaifah, "Implementation of STEM Learning in Secondary Schools," program studi pendidikan biologi fakultas keguruan dan ilmu pendidikan, vol.4, no.1, 2017 hal.457.

⁸⁶ Tipani, Toto, and Yulisma, "Implementasi Model PjBL Berbasis STEM Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Dan Kemampuan Berpikir Analitis Siswa," *bio education*, vol.4, no.2, 2019 hal.72.

⁸⁷ Ines Dwi Astuti, Toto Toto, and Lia Yulisma, "Model Project Based Learning (PjBL) Terintegrasi STEM Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Dan Aktivitas Belajar Siswa," *Quagga: Jurnal Pendidikan Dan Biologi* 11, no. 2 (2019): hal.93.

Tabel 2.2
Komponen STEM

No	Komponen	Keterangan
1	Sains (<i>Science</i>)	Memberikan pengetahuan kepada peserta didik mengenai hukum-hukum dan konsep-konsep yang berlaku di alam.
2	Teknologi (<i>Technology</i>)	Keterampilan atau sebuah sistem yang digunakan dalam masyarakat untuk memudahkan pekerjaan. Seperti teknologi biokonversi menggunakan maggot Black Soldier Fly (BSF) yang diterapkan untuk mereduksi sampah organik.
3	Teknik (<i>Engineering</i>)	Mengoperasikan atau mendesain sebuah prosedur untuk menyelesaikan sebuah masalah
4	Matematika (<i>Mathematic</i>)	Ilmu yang menghubungkan antara besaran, angka dan ruang yang membutuhkan argumen logis tanpa disertai dengan bukti empiris ⁸⁸ .

3. Tujuan STEM

Seperti yang diungkapkan oleh Bybee dalam konteks pendidikan, pendekatan STEM bertujuan untuk mengembangkan peserta didik sebagai berikut:

1. Peserta didik yang melek STEM, yang mempunyai sikap pengetahuan dan keterampilan untuk mengidentifikasi pertanyaan dan masalah dalam kehidupan nyata.

⁸⁸ Mulyani, "Pendekatan Pembelajaran STEM Untuk Menghadapi Revolusi," seminar nasional hal.455.

2. Memahami karakteristik masing-masing dari disiplin ilmu STEM yang terdiri dari *Science, Technology, Engineering, and Mathematic*⁸⁹.
3. Peserta didik memiliki kemampuan literasi sains, dan teknologi seperti membaca, menulis, mengamati dan menerapkannya dalam menyelesaikan masalah kehidupan sehari-hari⁹⁰.

4. Langkah-langkah Pendekatan STEM

Penerapan STEM dalam pembelajaran dapat mendorong peserta didik untuk mendesain, mengembangkan dan memanfaatkan teknologi, mengasah kognitif, afektif, serta mengaplikasikan pengetahuan. Pembelajaran berbasis STEM dapat melatih peserta didik dalam menerapkan pengetahuannya untuk membuat desain sebagai bentuk pemecahan masalah terkait lingkungan dengan memanfaatkan teknologi⁹¹. Adapun langkah-langkah dalam pendekatan pembelajaran STEM adalah sebagai berikut :

Tabel 2.3
Langkah-langkah Pendekatan STEM

No	Langkah-langkah	Peran Peserta Didik
1	Langkah pengamatan (<i>Observe</i>)	Peserta didik dimotivasi untuk melakukan pengamatan terhadap berbagai fenomena yang terdapat di dalam lingkungan kehidupan sehari-hari yang memiliki keterkaitan dengan konsep sains dalam pembelajaran yang sedang dibahas.
2	Langkah ide baru (<i>New</i>)	Peserta didik mengamati dan mencari informasi tambahan

⁸⁹ Ibid., hal.456.

⁹⁰ F R Mau'izhah, T Rahman, and ..., "Dasar Pengembangan Media Sailboats a Track Model Pembelajaran Stem Untuk Kelompok B Sub Tema Benda-Benda Alam," *Jurnal Paud Agapedia* 5, no. 2 (2021): hal.186.

⁹¹ Mulyani, "Pendekatan Pembelajaran STEM Untuk Menghadapi Revolusi," seminar nasional pasca sarjana hal.457.

	<i>Idea</i>)	mengenai berbagai fenomena yang berhubungan dengan topic sains yang dibahas, setelah itu peserta didik memerlukan kemahiran dan menganalisis dan berpikir kritis.
3	Langkah inovasi (<i>Innovation</i>)	peserta didik diminta untuk menguraikan hal-hal apa saja yang harus dilakukan agar ide yang telah dihasilkan pada langkah ide baru sebelumnya dapat diaplikasikan.
4	Langkah kreasi (<i>Creativity</i>)	Langkah ini adalah pelaksanaan semua saran dan pendapat hasil diskusi mengenai ide yang dapat diaplikasikan
5	Langkah nilai (<i>Society</i>)	Langkah terakhir yang harus dimiliki oleh peserta didik dari ide yang dihasilkan peserta didik berupa sebuah nilai yang dapat bermanfaat bagi kehidupan social ⁹² .

C. Berpikir Kritis

1. Pengertian Berpikir

Pada dasarnya, kemampuan berpikir diperlukan seseorang untuk membantu dirinya dalam menghadapi berbagai perubahan dan tantangan yang terjadi dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi⁹³. Berpikir merupakan suatu aktivitas

⁹² Rifqah Humairah Amir and Rr Yuliana Purwanti, "Efektivitas Model Pembelajaran Steam (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics) Pada Siswa Kelas Iv Sd," *JKPD (Jurnal Kajian Pendidikan Dasar)* 6, no. 1 (2021): hal.2.

⁹³ Hardika Saputra, "Kemampuan Berfikir Kritis Matematis," *Perpustakaan IAI Agus Salim Metro Lampung* 2, no. 4 (2020): hal.2443-1281.

mental yang bertujuan untuk memperoleh pengetahuan⁹⁴. Oleh karena itu, berpikir merupakan proses kognitif yang tidak dapat dilihat secara fisik dikarenakan tidak ada perubahan fisik yang menunjukkan bahwa seseorang itu telah berpikir kritis. Namun hasilnya dapat berupa ide, pengetahuan, prosedur, argument dan keputusan yang nyata⁹⁵.

2. Berpikir kritis

Berpikir kritis merupakan cara bagi seseorang untuk meningkatkan kualitas dan hasil pemikiran menggunakan daya pikir yang intelektual dalam ide-ide yang digagas⁹⁶. Menurut Ennis berpikir kritis adalah pemikiran yang masuk akal dan reflektif yang berfokus untuk memutuskan apa yang seharusnya dipercaya atau dilakukan, keputusan yang diambil dilakukan secara hati-hati dengan menggunakan penalaran yang masuk akal berdasarkan ilmu pengetahuan⁹⁷. Keterampilan berpikir kritis merupakan potensi yang dimiliki oleh setiap orang, keterampilan berpikir kritis yang paling baik dilakukan dengan mengaitkan materi pembelajaran dengan pengalaman nyata peserta didik di lingkungan sehari-hari⁹⁸.

Dalam pembelajaran pendidik harus dapat melatih berpikir kritis peserta didik dalam menganalisis maupun memecahkan permasalahan yang ada untuk diambil suatu keputusan⁹⁹. Kemampuan berpikir kritis peserta didik sangat penting dalam

⁹⁴ Alfirahmadita and Maarif, "Penerapan Model Pembelajaran Diskusi Kelas Dengan Pemecahan Masalah Kontektual Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa," *jurnal pendidikan matematika*, vol.8, no.3, 2020 hal.17.

⁹⁵ A. N. R. Safitri and I G. N. Prasi, "Analisis Hubungan Motivasi Belajar Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa Pada Pokok Bahasan Dinamika Partikel," *Jurnal Kependidikan Betara* 1, no. 2 (2020): hal.51.

⁹⁶ Saputra, "Kemampuan Berfikir Kritis Matematis," *perpustakaan IAI agus salim metro lampung*, vol.2, no.4, 2020 hal.2443.

⁹⁷ Alfirahmadita and Maarif, "Penerapan Model Pembelajaran Diskusi Kelas Dengan Pemecahan Masalah Kontektual Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa," *jurnal pendidikan fisika*, vol.8, no.3, 2020 hal.7.

⁹⁸ Susilawati et al., "Analisis Tingkat Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA," *jurnal pendidikan fisika dan teknik*, vol.6, no.1, 2020 hal.11.

⁹⁹ Khasani, Ridho, and Subali, "Identifikasi Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP Pada Materi Hukum Newton."

menjamin keberhasilan dalam pembelajaran¹⁰⁰. Krulik dan Suharna membagi tahapan berpikir kritis menjadi empat kategori yaitu mengingat (*recall thinking*), berpikir dasar (*basic thinking*), berpikir kritis (*critical thinking*), dan berpikir kreatif (*creative thinking*)¹⁰¹. Jadi berpikir kritis dalam pendidikan merupakan kompetensi yang akan dicapai serta alat yang di perlukan dalam mengkonstruksi pengetahuan¹⁰².

3. Karakteristik Berpikir Kritis

Karakteristik-karakteristik tersebut bisa terjadi dan muncul karena beberapa kasus. Tidak semua karakter akan tampak seketika, maupun tampak secara berurutan ketika seseorang menghadapi satu masalah saja. Karakter-karakter lain akan muncul ketika seseorang yang berpikir kritis menghadapi permasalahan. Adapun karakteristik dari kemampuan berpikir kritis yaitu:

1. Kemampuan untuk membedakan informasi yang relevan dan yang tidak relevan.
2. Kemampuan menganalisis masalah.
3. Kemampuan untuk mendeteksi kekeliruan dan memperbaiki kekeliruan konsep.
4. Kemampuan menguji masalah secara terbuka.
5. Kemampuan memahami karakteristik suatu hal tertentu meskipun diubah bentuknya.

Kemampuan untuk mengambil keputusan atau kesimpulan seluruh fakta yang dikumpulkan dan dipertimbangkan¹⁰³.

¹⁰⁰ Ramdani et al., “Kemampuan Berpikir Kritis Dan Penguasaan Konsep Dasar IPA Peserta Didik.”

¹⁰¹ Isnaeni Fatmawati, Prasetyo Budi Darmono, and Riawan Yudi Purwoko, “Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Dalam Pemecahan Masalah Matematika,” *EKSAKTA: Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran MIPA* 5, no. 2 (2020): hal.197.

¹⁰² Saputra, “Kemampuan Berfikir Kritis Matematis,” perpustakaan IAI agus salim metro lampung, vol.2, no.4, 2020 hal.4.

¹⁰³ Alfirahmadita and Maarif, “Penerapan Model Pembelajaran Diskusi Kelas Dengan Pemecahan Masalah Konseptual Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa,” *jurnal pendidikan matematika*, vol.8, no.3, 2020 hal.8.

4. Indikator Berpikir Kritis

Salah satu kemampuan peserta didik yang dikembangkan disekolah adalah kemampuan berpikir kritis, cara untuk mengetahui peserta didik berpikir kritis dapat dilihat berdasarkan indikator berpikir kritis. Hal yang perlu diperhatikan adalah karakteristik pada gaya belajar peserta didik¹⁰⁴. Menurut Ennis kemampuan berpikir kritis memiliki 5 indikator yaitu :

Tabel 2.4
Indikator Berpikir Kritis

No	Indikator	Sub indikator
1	Memberikan penjelasan sederhana	a. Memfokuskan dan merumuskan pertanyaan. b. Menganalisis argument c. Mengklarifikasi dengan menanyakan dan menjawab pertanyaan.
2	Menentukan dasar pengambilan keputusan	a. Mempertimbangkan kebenaran sumber. b. Melakukan observasi dan menilai laporan hasil observasi.
3	Menarik kesimpulan	a. Membuat deduksi dan mempertimbangkan hasilnya. b. Membuat induksi dan mempertimbangkan hasilnya.
4	Memberikan penjelasan lebih	a. Mengidentifikasi, mempertimbangkan. b. Mengidentifikasi asumsi.
5	Mengatur strategi dan taktik ¹⁰⁵	a. Mempertimbangkan alasan. b. Menggabungkan informasi atau memadukan dalam menentukan keputusan ¹⁰⁶ .

¹⁰⁴ Vepi Apiati and Redi Hermanto, "Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Dalam Memecahkan Masalah Matematik Berdasarkan Gaya Belajar," *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika* 9, no. 1 (2020): hal.1619.

¹⁰⁵ Gil Reynders et al., "Rubrics to Assess Critical Thinking and Information Processing in Undergraduate STEM Courses," *International Journal of STEM Education* 7, no. 1 (2020): hal.9, <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00208-5>.

D. Materi Pencemaran Lingkungan

1. Definisi Pencemaran Lingkungan

Pencemaran Lingkungan didefinisikan masuknya atau di masukkannya makhluk hidup, zat energi, atau komponen-komponen lain ke dalam lingkungan atau berubahnya tatanan lingkungan yang di akibatkan oleh kegiatan manusia sehingga kualitas lingkungan turun dan berkurang serta fungsi yang di miliknyasampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan menjadi kurang dan tidak dapat berfungsi lagi sesuai peruntukannya.

Segala sesuatu yang dapat menimbulkan pencemaran disebut dengan polutan atau bahan pencemar. Syarat-syarat suatu zat dapat di sebut polutan adalah jika keberadaannya dapat merugikan makhluk hidup karena jumlahnya melebihi batas normal. Bahan pencemaran yang umumnya merusak lingkungan berupa limbah. Limbah adalah bahan buangan yang di hasilkan dari suatu proses produksi, baik industri maupun domestik (rumah tangga) yang kehadirannya dapat berdampak negatif bagi lingkungan. Berdasarkan sifat bahan pencemar dapat di kategorikan kedalam dua macam, yaitu bahan pencemar yang dapat terdegradasi (*biodegradabel*) atau terurai dan bahan pencemar yang tidak dapat terdegradasi (*non biodegradabel*). *Biodegradabel* adalah limbah yang dapat diuraikan atau didekomposisi, baik secara ilmiah yang dilakukan oleh decomposer (bakteri dan jamur) ataupun yang di sengaja oleh manusia, contohnya limbah rumah tangga, kotoran hewan daun dan ranting. Sedangkan *non biodegradabel* adalah limbah yang tidak dapat diuraikan secara alamiah oleh dekomposer. Keberadaan limbah jenis ini di alam sangat membahayakan contohnya adalah timbal (Pb), merkuri, dan plastik. Untuk menanggulangi menumpuknya sampah tersebut maka diperlukan upaya untuk dapat menanggulangi hal tersebut seperti proses daur ulang menjadi produk tertentu yang bermanfaat. Berdasarkan tempat terjadinya pencemaran dibedakan menjadi:

¹⁰⁶ Safitri and Prasi, "Analisis Hubungan Motivasi Belajar Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa Pada Pokok Bahasan Dinamika Partikel," jurnal kependidikan betara, vol.1, no.2, 2020 hal.54.

2. Macam-macam Pencemaran Lingkungan

a. Pencemaran air

Pencemaran air merupakan merupakan kondisi air yang menyimpang dari ciri-ciri air normal yang di karenakan masuknya organisme atau zat tertentu yang menyebabkan menurunnya kualitas air tersebut. Kualitas air menentukan kehidupan yang ada di perairan tersebut. Apabila perairan tersebut tercemar, maka keseimbangan ekosistem yang ada di dalam perairan tersebut ikut tercemar juga. Danau, sungai, lautan dan tanah adalah bagian penting dalam kehidupan makhluk hidup. Selain mengalirkan air juga mengalirkan sedimen dan polutan. Pemanfaatan terbesar danau, sungai, lautan, dan air tanah adalah untuk irigasi pertanian, bahan baku air minum, sebagai saluran pembuangan air hujan, sebagai air limbah dan sebagai objek wisata. Untuk dapat di konsumsi oleh manusia dan makhluk hidup lainnya air harus memenuhi syarat fisik, kimia, maupun biologis. Akan tetapi, apabila air tersebut tidak baik dan tidak layak untuk di konsumsi, maka air tersebut bisa dikatakan tercemar.

1. Penyebab pencemaran air diantaranya:

- a) Pembuangan limbah industri ke perairan (sungai, danau, lautan).
- b) Pembuangan limbah rumah tangga (domestik) ke sungai, seperti air cucian, air kamar mandi.
- c) Penggunaan pupuk dan pestisida yang berlebihan.
- d) Terjadinya erosi yang membawa partikel tanah ke perairan.
- e) Penggunaan racun dan bahan peledak dalam menangkap ikan.
- f) Tumpahan minyak karena kebocoran tanker atau ledakan sumur minyak lepas pantai.

2. Dampak pencemaran air

a) Penurunan kualitas lingkungan

Pembuangan bahan tercemar secara langsung ke dalam perairan dapat menyebabkan terjadinya pencemaran pada perairan tersebut.

b) Gangguan kesehatan

Air limbah yang tidak di kelola dengan baik akan menimbulkan berbagai penyakit karena air limbah tersebut mengandung virus dan bakteri yang menyebabkan penyakit.

c) Mengganggu pemandangan

Air limbah yang tercemar akan mengganggu kesehatan dan ekosistem perairan tersebut apalagi menimbulkan bau, perubahan warna air maka akan sangat mengganggu pemandangan mata.

d) Mempercepat proses kerusakan benda

Ada sebagian air limbah mengandung zat yang dapat diubah oleh bakteri *anaerob* menjadi gas yang dapat merusak seperti H₂S. gas ini dapat mempercepat proses perkaratan pada besi. Agar terhindar dari hal-hal ini sebagikanya sebelum meembuang air limbah harus di olah terlebih dahulu dan memenuhi ketentuan Baku Mutu Air Limbah.

b. Pencemaran Udara

Pencemaran udara yaitu tercampurnya unsur-unsur berbahaya ke dalam atmosfir yang dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan lingkungan. Udara mengandung senyawa-senyawa dalam bentuk gas, diantaranya mengandung gas yang amat penting bagi makhluk hidup, seperti oksigen. Dalam atmosfir bumi terkandung sekitar 20% oksigen yang dibutuhkan oleh seluruh makhluk hidup yang ada di dalamnya. Oksigen berperan sebagai pembakaran senyawa karbohidrat di dalam tubuh organisme melalui pernapasan. Reaksi pembakaran tidak hanya terjadi di dalam tubuh, namun kita pun sering melakukannya, seperti pembakaran sampah dan lainnya. Udara dikatakan normal apabila komposisinya terdiri dari sekitar 78% Nitrogen, 20% Oksigen, 0,93% Argon, 0,03% Krbondioksida, dan sisanya terdiri dari Neon (Ne), Helium (He), Metan (CH₄), dan Hodrogen (H₂). Adapun beberapa jenis bahan yang dapat mencemari udara yakni Karbonmonoksida.

Pencemaran udara didefinisikan sebagai suatu kondisi dimana udara mengandung senyawa-senyawa kimia atau substansi fisik maupun biologi dalam jumlah yang memberikan dampak buruk bagi kesehatan makhluk hidup.

c. Macam-macam Pencemaran Udara

1. Pencemaran Udara Primer

- a. Pencemaran udara ini disebabkan langsung dari sumber pencemaran Contohnya peningkatan kadar karbondioksida yang disebabkan oleh aktivitas pembakaran oleh manusia diantaranya kendaraan bermotor, aktifitas mesin pembakaran pada pabrik penghasil sulfur monoksida dan karbon monoksida akibat proses pembakaran yang tidak lengkap.

2. Pencemaran Udara Sekunder

- a. Pencemaran udara sekunder disebabkan oleh reaksi pencemar-pencemar primer di atmosfer. Tindak balas antara pencemar primer dengan gas terampai di atmosfer akan menghasilkan perksid asetil nitrat (PAN). Contoh Sulfur dioksida, Sulfur monoksida dan uap air akan menghasilkan asam sulfurik.
- b. Beberapa kegiatan yang dapat menimbulkan polusi udara diantaranya:
 - 1) Asap dari cerobong pabrik, kendaraan bermotor, pembakaran, atau kebakaran hutan, asap rokok, yang membebaskan CO dan CO₂ ke udara.
 - 2) Asap vulkanik dari aktivitas gunung berapi dan asap letusan gunung berapi yang menebarkan partikel-partikel debu ke udara. Bahan dan partikel-partikel radioaktif dari bom atom atau percobaan nuklir yang membebaskan partikel-partikel debu radioaktif ke udara. Asap dari pembakaran batu bara pada pembangkit listrik atau pabrik yang membebaskan partikel, nitrogen oksida, dan oksida sulfur.
 - 3) Chloro Fluoro Carbon (CFC) yang berasal dari kebocoran mesin pendingin ruangan, kulkas, AC mobil.

d. Pencemaran Tanah

Pencemaran tanah adalah semua keadaan dimana polutan masuk ke dalam lingkungan tanah sehingga menurunkan kualitas tanah. Dimana polutan bisa berupa zat-zat bahan pencemar baik berupa zat kimia, debu, panas, suara, radiasi, dan mikroorganisme. Perkembangan teknologi dan industri sangat pesat berkembang dan sampah serta limbah yang dibuang bukan hanya sampah organik, melainkan sampah anorganik juga. Sampah anorganik sangat sulit untuk diurai oleh mikroorganisme, sehingga memerlukan waktu yang lama untuk hancur dan menyatu kembali dengan alam. Contoh sampah anorganik yaitu plastik yang dapat terurai dalam waktu 240 tahun, sedangkan sampah kaleng yang terbuat dari aluminium memerlukan waktu 500 tahun agar dapat diuraikan.

Menurut sumbernya, penyebab pencemaran tanah dibagi menjadi 3 golongan diantaranya:

- a) Limbah domestik yaitu limbah yang berasal dari pemukiman penduduk, pedagang, pasar, tempat usaha hotel dan lain-lain. Kebanyakan sampah domestik merupakan sampah basah yang mudah terurai.
- b) Limbah industri yaitu limbah padat hasil buangan industri berupa padatan lumpur, bubur yang berasal dari proses pengolahan. Misalnya sisa pengolahan pabrik gula, pulp, kertas, rayon, plywood, pengawetan buah dan lain-lain.
- c) Limbah pertanian seperti pestisida yang sering digunakan petani untuk memberantas hama tanaman juga dapat berakibat buruk terhadap tanaman dan organisme lainnya.

3. Jenis-jenis limbah

Berdasarkan sifatnya limbah digolongkan menjadi 5, yaitu:

- a) Limbah cair yaitu mengacu kepada minyak, lumpur, air pencuci, limbah deterjen dan air kotor yang telah dibuang. Mereka berbahaya dan beracun bagi lingkungan banyak di

temukan pada industri maupun rumah tangga. Air limbah adalah segala limbah yang berbentuk cair.

- b) Limbah padat yaitu semua sisa sampah padat, lumpur, dan ada juga yang di temukan di rumah tangga dan lokasi industri serta komersial. Lima jenis sampah padat adalah :
- Kaca dan keramik adalah bahan kaca dan keramik yang diproduksi oleh perusahaan untuk kebutuhan sehari-hari. Cara mengolahnya yang benar limbah di buang dengan benar supaya bisa di daur ulang.
 - Sampah plastik adalah segala wadah, botol, dan lain-lain. Plastik tidak dapat terurai secara hayati, dan sebagian tidak dapat di daur ulang. Cara menanggulangi limbah ini yaitu dengan cara membatasi pemakaian plastik.
 - Sampah kertas seperti surat kabar, bahan kemasan, kardus, dan produk bekas kertas lainnya. Kertas dapat di daur ulang.
 - Logam dan kaleng, sebagian besar logam dapat di daur ulang dan dapat digunakan lagi.
- c) Limbah organik yaitu mengacu pada limbah sayuran, kebun, makanan daging busuk dan lainnya. Jenis sampah ini sering di temukan di rumah tangga. Limbah ini dapat terurai dan berubah menjadi kotoran oleh mikroorganisme.
- d) Limbah daur ulang yaitu semua barang yang dibuang seperti logam, furnitur, sampah organik yang dapat di daur ulang.
- e) Limbah berbahaya yaitu mengacu pada bahan yang mudah terbakar, korosif, beracun dan reaktif. Jenis limbah berbahaya khusus meliputi :
- E-waste adalah limbah dari peralatan listrik dan elektronik seperti komputer, telfon, dan peralatan rumah tangga. Limbah elektronik umumnya di golongan berbahaya karena mengandung komponen beracun, misalnya PCB dan berbagai logam.
- f) Limbah medis berasal dari sistem perawatan kesehatan manusia dan hewan dan biasanya terdiri dari obat-obatan, bahan kimia, farmasi, perban, peralatan medis bekas, dan lain-

lain. Peralatan medis dapat menular, beracun dan mengandung bakteri dan mikroorganisme berbahaya seperti patogen.

- g) Limbah radioaktif yaitu yang mengandung bahan radioaktif. Pengelolaan limbah ini berbeda secara signifikan dari limbah lainnya¹⁰⁷.

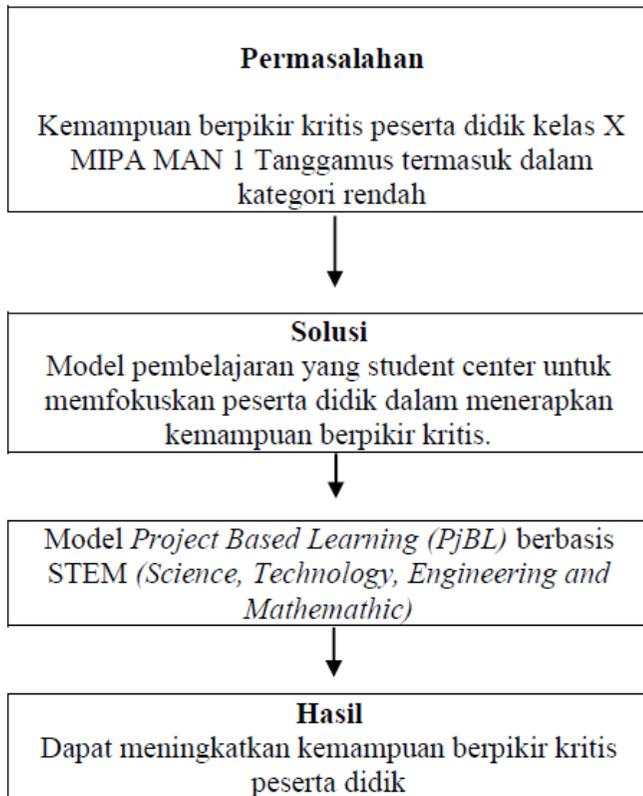
E. Kerangka Berpikir

Pembelajaran biologi yang ideal diantaranya melibatkan peran aktif peserta didik untuk berpikir kritis yang mampu menghasilkan kegiatan dan produk baru sehingga peserta didik akan menemukan kebermaknaan dalam pembelajarannya. Pembelajaran produk ini yang bisa membantu mengatasi permasalahan tersebut yaitu pendekatan pembelajaran STEM yang mengaitkan 4 bidang ilmu yaitu *science, technology, engineering and mathematics*.

Jadi, penelitian memberi solusi dalam proses pembelajaran biologi dapat diterapkan melalui model Project Based Learning (PjBL) berbasis STEM terhadap kemampuan berpikir kritis pada peserta didik untuk dapat menghubungkan pengetahuan dengan kehidupan nyata dengan tujuan meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. penjelasan secara jelas kerangka berpikir disajikan melalui bagan sebagai berikut:

¹⁰⁷ Subardi, Nuryani, and Pramono, *Biologi 1 Kelas X SMA/MA*.

Tabel 2.5
Kerangka Berpikir

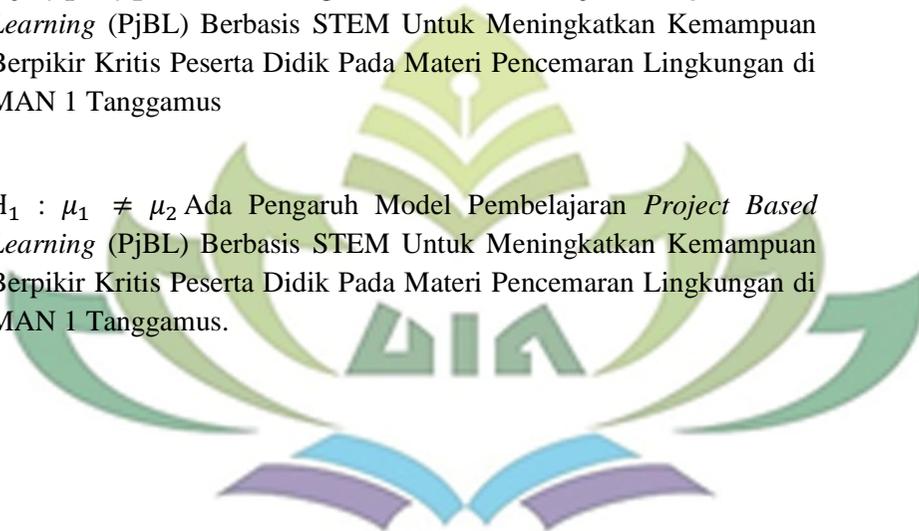


F. Pengajuan Hipotesis

Hipotesis digunakan untuk memprediksi mengenai kemungkinan hasil dari suatu penelitian agar penelitian dapat terarah maka di rumuskan pendugaan terlebih dahulu terhadap penyebab terjadinya masalah yang mana kita ketahui bahwa hipotesis merupakan jawaban sementara terhadap penelitian kebenarannya yang masih di uji. Dan ada atau tidaknya pengaruh dari judul “Pengaruh Model Pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) Berbasis STEM Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Pada Materi Pencemaran Lingkungan di MAN 1 Tanggamus”.

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$ Tidak ada Pengaruh Model Pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) Berbasis STEM Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Pada Materi Pencemaran Lingkungan di MAN 1 Tanggamus

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$ Ada Pengaruh Model Pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) Berbasis STEM Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Pada Materi Pencemaran Lingkungan di MAN 1 Tanggamus.



DAFTAR PUSTAKA

- Adam, Malik. *Statistika Pendidikan*. 1st ed. Yogyakarta, 2018.
- Alfirahmadita, Jeani, and Samsul Maarif. "Penerapan Model Pembelajaran Diskusi Kelas Dengan Pemecahan Masalah Konstektual Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa." *Jurnal Pendidikan Matematika* 8, no. 3 (2020): hal.17.
- Amatullah, Salma Faizah, I Wayan Distrik, and Ismu Wahyudi. "Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbantuan Buku Siswa Berbasis Pendekatan Terpadu Stem Terhadap Hasil Belajar." *Jurnal Pendidikan Fisika* 7, no. 1 (2019): hal.18.
- Andrew Mamahit, Jimmi, Duran Corebima Aloysius, Hadi Suwono, and Info Artikel Abstrak. "Efektivitas Model Project-Based Learning Terintegrasi STEM (PjBL-STEM) Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Kelas X." *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan* 5, no. 9 (2020): hal. 1285.
- Anggraini, Flatya Indah, and Siti Huzaifah. "Implementation of STEM Learning in Secondary Schools." *Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Sriwijaya* 4, no. 1 (2017): hal.724.
- Anggraini, Putri Dewi, and Siti Sri Wulandari. "Analisis Penggunaan Model Pembelajaran Project Based Learning Dalam Peningkatan Keaktifan Siswa." *Jurnal Pendidikan Administrasi Perkantoran* 9, no. 2 (2021): 296.
- Anis Wahdati Sholekah. "Peningkatan Motivasi Dan Hasil Belajar IPA Materi Pencemaran Lingkungan Melalui Model PjBL Siswa Kelas VII SMPN 9 Salatiga." *Jurnal Pendidikan Mipa* 10, no. 1 (2020): hal.18.
- Anwar, Chairul. "Efektivitas Pembelajaran Berbasis Masalah Terintegrasi Dengan Nilai-Nilai Islam Berbasis TIK Pada Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Dan Karakter Siswa." *Jurnal Al-Ta Lim* 23, no. 3 (2017): hal.225.
- Apiati, Vepi, and Redi Hermanto. "Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Dalam Memecahkan Masalah Matematik Berdasarkan Gaya Belajar." *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika* 9, no. 1 (2020): hal.1619.

- Arikunto, Suharsimi. "Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek," 2012.
- Astuti, Ines Dwi, Toto Toto, and Lia Yulisma. "Model Project Based Learning (PjBL) Terintegrasi STEM Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Dan Aktivitas Belajar Siswa." *Quagga: Jurnal Pendidikan Dan Biologi* 11, no. 2 (2019): hal.93.
- Bahasa, kamus pusat. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta : pusat bahasa, 2019.
- Bahasa, Pusat. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta, 2017.
- Betty Heryuriani, and Musdayati. "Pembelajaran Materi Aritmetika Sosial Dengan Pendekatan STEM." *Inomatika* 2, no. 2 (2020): hal.149.
- Cahyani, Gita Putri, and Sulastri Sulastri. "Pengaruh Project Based Learning Dengan Pendekatan STEAM Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Pada Pembelajaran Online Di SMK Negeri 12 Malang." *Jurnal Pendidikan Akuntansi (JPAK)* 9, no. 3 (2021): hal.372.
- Dwi Susanti, Chairul Anwar, Fredi Ganda Putra, Netriwati, Kiki Afandi, and Santi Widayawati. "Pengaruh Model Pembelajaran Discovery Learning Tipe POE Dan Aktivitas Belajar Terhadap Kemampuan Metakognitif." *Inomatika* 2, no. 2 (2020): hal.94.
- Eliza, Fivia, Suriyadi Suriyadi, and Doni Tri Putra Yanto. "Peningkatan Kompetensi Psikomotor Siswa Melalui Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) Di SMKN 5 Padang." *INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional Dan Teknologi* 19, no. 2 (2019): hal.59.
- Fatmawati, Isnaeni, Prasetyo Budi Darmono, and Riawan Yudi Purwoko. "Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Dalam Pemecahan Masalah Matematika." *EKSAKTA : Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran MIPA* 5, no. 2 (2020): hal.197.
- Firdaus, Aulia, Lulu Choirun Nisa, and Nadhifah Nadhifah. "Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Barisan Dan Deret Berdasarkan Gaya Berpikir." *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif* 10, no. 1 (2019): hal. 68.
- Fitriyani, Ade, Toto Toto, and Euis Erlin. "Implementasi Model PjBL-STEM Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi." *Bioed : Jurnal Pendidikan Biologi* 8, no. 2 (2020):

hal.1.

- Hakim, Riko Al, Ika Mustika, and Wiwin Yuliani. "Validitas Dan Reliabilitas Angket Motivasi Berprestasi." *E- Jurnal Pendidikan* 4, no. 4 (2021): hal.265.
- Hastjarjo, T Dicky. "Rancangan Eksperimen-Kuasi." *Buletin Psikologi* 27, no. 2 (2019): hal.189.
- Hidayat, Arif, Sri Rahayu, and Ika Rahmawati. "Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMP Pada Materi Gaya Dan Penerapannya." *Pros. Semnas Pend. IPA Pascasarjana UM*, 2018.
- Humairah Amir, Rifqah, and Rr Yuliana Purwanti. "Efektivitas Model Pembelajaran Steam (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics) Pada Siswa Kelas Iv Sd." *JKPD (Jurnal Kajian Pendidikan Dasar)* 6, no. 1 (2021): hal.2.
- Hutapea, Jonathan, and Mariati P Simanjuntak. "PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN PROJECT BASED LEARNING (PjBL) TERHADAP HASIL BELAJAR SISWA SMA." *INPAFI (Inovasi Pembelajaran Fisika)* 5, no. 1 (2017): 183.
- Irma, Elisabeth, Novianti Davidi, Eliterius Sennen, and Kanisius Supardi. "Integrasi Pendekatan STEM (Science , Technology , Enggeenering and Mathematic) Untuk Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar," 2017, hal.19.
- Jauhariyyah, Farah Robi'atul, Hadi Suwono, and Ibrohim. "Science, Technology, Engineering and Mathematics Project Based Learning (STEM-PjBL) Pada Pembelajaran Sains." *Prosiding Seminar Pendidikan IPA Pascasarjana UM*, 2017.
- Khasani, Rizal, Shofwan Ridho, and Bambang Subali. "Identifikasi Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP Pada Materi Hukum Newton." *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA* 5, no. 2 (2019): hal.166.
- Kodri, Kodri, Neti Budiwati, and Ika Putera Waspada. "Technological Pedagogical Content Knowledge Untuk Meningkatkan Critical and Creative Thingking Skills Siswa." *Jurnal Ekonomi Pendidikan Dan Kewirausahaan* 8, no. 2 (2020): hal.130.
- Kurnianto, Bagus, and I Made Arsana. "Penerapan Pembelajaran Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Kemampuan

- Critical Thingking Dan Hasil Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Teknologi Dasar Otomotif Siswa Kelas X Tkr 1 Di Smkn 3 Boyolangu Tulungagung.” *Jptm* 9, no. 3 (2020): hal.100.
- Kustiawan, Awang. “Pengaruh Model PjBL-STEM Dalam Pembelajaran IPA Pada Materi Bioteknologi Terhadap Motivasi Siswa.” *Pendidikan Dan Ilmu Fisika* 3, no. 1 (2022): hal.308.
- Lestari, I F, S N Muhajir, Keterampilan Berpikir Kritis, and Ab Kadir. “Pendekatan STEM Untuk Meningkatkan Keterampilan.” *Pendidikan Dan Ilmu Fisika* 1, no. 2 (2021): hal.62.
- Lestari, Novia Ayu, Sunarty Suly Eraku, and Rusiyah Rusiyah. “Pengaruh Pembelajaran Berintegrasikan Science, Technology, Engineering, and Mathematics (Stem) Terhadap Hasil Belajar Geografi Di Sma Negeri 1 Gorontalo.” *Jambura Geo Education Journal* 2, no. 2 (2021): 70.
- Lubis, Asnani, and Nazriani Lubis. “Desain Integrasi Pembelajaran Dengan Penilaian Abab 21 Sesuai Dengan Kurikulum 2013.” *Jurnal Inovasi Pembelajaran Kimia* 1, no. 2 (2019): hal.95.
- Mau’izhah, F R, T Rahman, and ... “Dasar Pengembangan Media Sailboats a Track Model Pembelajaran Stem Untuk Kelompok B Sub Tema Benda-Benda Alam.” *Jurnal Paud Agapedia* 5, no. 2 (2021): hal.186.
- Melinda, Vina, and Melva Zainil. “Penerapan Model Project Based Learning Untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa Sekolah Dasar (Studi Literatur).” *Jurnal Pendidikan Tambusai* 4, no. 2 (2020): hal.1526.
- Mm, Renny Yunus, Irwandani, Melisa Asniati, Chairul Anwar, and Subandi. “Development of Google Form Based on Scientific Literacy Principles for Junior High School Students in Heat Material.” *Journal of Physics: Conference Series* 1467, no. 1 (2020): hal.2.
- Mulyani, Tri. “Pendekatan Pembelajaran STEM Untuk Menghadapi Revolusi.” *Seminar Nasional Pascasarjana 2019* 7, no. 1 (2019): hal.456.
- Muzria, Wilma, and Tin Indrawati. “Pengaruh Model Project Based Learning Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Pembelajaran Tematik Terpadu Sekolah Dasar.” *Jurnal Pendidikan Tambusai* 4, no. 3 (2020): hal.2232.

- National, Gross, and Happiness Pillars. "Pengaruh Model Pembelajaran Aptitude Treatment Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis." *Jurnal Pendidikan Kimia* 1, no. 1 (2016): hal.48.
- Nur Afifah, Afni, and Nur Ilmiyati. "Pengaruh Model Project Based Learning (PjBL) Dengan Pendekatan STEM Terhadap Penguasaan Konsep Dan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa." *J-KIP: (Jurnal Keguruan Dan Ilmu Pendidikan)* 1, no. 2 (2020): hal.38.
- Nur Kholifah, Ika, Al Maryanto, and Dan Eko Widodo. "Pengaruh Pembelajaran IPA Berbasis STEM Terhadap Sikap Ingin Tahu Dan Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta Didik." *E- Jurnal Pendidikan* 7, no. 3 (2018): hal.129.
- Nuryadi, Tutut Dewi Astuti, Endang Sri Utami, and Martinus Budiantara. *Dasar-Dasar Statistika Penelitian*. Cetakan 1. Jakarta: Si Buku Media, 2017.
- Oktavia, Rita. "Pengaruh Multimedia Interaktif Pada Pembelajaran Biologi Jaringan Tumbuhan Terhadap Keaktifan Dan Pengetahuan Siswa SMAN 6 Darul Makmur." *Edunesia : Jurnal Ilmiah Pendidikan* 1, no. 3 (2020): hal.75.
- Paranduri, Ikhbar Hafidzino. "Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning Terhadap Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Dan Disposisi Matematis Siswa." *JKPM (Jurnal Kajian Pendidikan Matematika)* 3, no. 2 (2018): hal 157.
- Paringin, Smpn, Pada Mata, and Pelajaran Ipa. "Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas Ix." *Prosiding Konferensi Nasional Penelitian Matematika Dan Pembelajarannya* 3, no. 2 (2016): hal.155.
- Program, Dosen, Studi Pendidikan, Guru Sekolah, and Universitas Sanata Dharma. "Buku Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian." *Jurnal Penelitian PGSD* 20, no. 2 (2016): hal.152.
- purwanto dan dyah ratih sulistyastuti. *Metode Penelitian Kuantitatif*, 2017.
- Purworejo, S M A Swasta Se-kabupaten. "Gambaran Pendekatan Pembelajaran Biologi Kurikulum 2013 Di Sma Swasta Se-Kabupaten Purworejo." *Ilmu Pendidikan Indonesia* 9, no. 1 (2021): hal.3.

- Raehanah, Raehanah, Husnul Khatimah, and Suhirman Suhirman. "Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning Terhadap Kreatifitas Berpikir Dan Literasi Sains Siswa Sman 1 Gerung Tahun 2018/2019." *Spin Jurnal Kimia & Pendidikan Kimia* 2, no. 1 (2020): hal.17.
- Ramdani, Agus, A Wahab Jufri, Jamaluddin Jamaluddin, and Dadi Setiadi. "Kemampuan Berpikir Kritis Dan Penguasaan Konsep Dasar IPA Peserta Didik." *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA* 6, no. 1 (2020): hal.119.
- Redhana, I Wayan. "Mengembangkan Keterampilan Abad Ke-21 Dalam Pembelajaran Kimia." *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia* 13, no. 1 (2019): hal. 2241.
- Reynders, Gil, Juliette Lantz, Suzanne M. Ruder, Courtney L. Stanford, and Renée S. Cole. "Rubrics to Assess Critical Thinking and Information Processing in Undergraduate STEM Courses." *International Journal of STEM Education* 7, no. 1 (2020): hal.9. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00208-5>.
- Rita S.D, Endah, Riiivanna Citraning R, and Lailatul Mustofiyah. "Penerapan Pembelajaran Project Based Learning Terhadap Kreativitas Dan Hasil Belajar Kognitif Siswa SMA Kelas X Pada Materi Pencemaran Lingkungan." *Jurnal Ilmiah Kependidikan* 3, no. 2 (2020): hal. 72.
- Rosid, Muhamad. "ANALISIS KETRAMPILAN BERPIKIR KREATIF DAN AKTIVITAS BELAJAR SISWA DALAM PEMBELAJARAN KIMIA Bahan Kimia Dalam Kehidupan Sehari-Hari MENGGUNAKAN MODEL PROJECT BASED LEARNING." *Jurnal Pembelajaran Fisika* 8, no. 3 (2019): hal. 196. <https://jurnal.unej.ac.id>.
- Safitri, A. N. R., and I G. N. Prasi. "Analisis Hubungan Motivasi Belajar Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa Pada Pokok Bahasan Dinamika Partikel." *Jurnal Kependidikan Betara* 1, no. 2 (2020): hal.51.
- Saputra, Hardika. "Kemampuan Berfikir Kritis Matematis." *Perpustakaan IAI Agus Salim Metro Lampung* 2, no. 4 (2020): hal.2443-1281.
- Saputro, Okta Aji, and Theresia Sri Rayahu. "Perbedaan Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning (Pjbl) Dan Problem Based Learning (Pbl) Berbantuan Media

- Monopoli.” *Jurnal Imiah Pendidikan Dan Pembelajaran* 4, no. 1 (2020): hal.185.
- Sartika, Dewi. “Pentingnya Pendidikan Berbasis STEM Dalam Kurikulum 2013.” *Ilmu Sosial Dan Pendidikan* 3, no. 3 (2019): hal.89.
- Sasmita, Petri Reni, and Zainal Hartoyo. “Silampari Jurnal Pendidikan Ilmu Fisika Pengaruh Pendekatan Pembelajaran STEM Project-Based Learning Terhadap Pemahaman.” *Jurnal Pendidikan Fisika* 2, no. 2 (2020): hal. 139.
- Subardi, Nuryani, and Shidiq Pramono. *Biologi 1Kelas X SMA/ MA*. Jakarta: PT. Ari Pustaka, 2009.
- Sugiyono. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan R & D*. Bandung: ALFABETA, CV., 2013.
- . *Statistik Untuk Penelitian*, 2015.
- Sukma, Mairi. “Pengaruh Pendekatan Stem (Science, Technology, Engineering, Mathematics) Terhadap Pengetahuan, Sikap Dan Kepercayaan.” *Prosiding Seminar Nasional Mipa Iv* 1, no. 5 (2018): hal.118.
- Susilawati, Endang, Agustinasari Agustinasari, Achmad Samsudin, and Parsaoran Siahaan. “Analisis Tingkat Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA.” *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi* 6, no. 1 (2020): hal.11.
- Tipani, Anita, Toto Toto, and Lia Yulisma. “Implementasi Model PjBL Berbasis STEM Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Dan Kemampuan Berpikir Analitis Siswa.” *Bio Education: (The Journal of Science and Biology Education)* 4, no. 2 (2019): hal.71.
- Ulandari, Fitria Sulvi, Sri Wahyuni, and Rayendra Wahyu Bachtiar. “Pengembangan Modul Berbasis Saintifik Untuk Melatih Kemampuan Berpikir Kritis Pada Materi Gerak Harmonis Di Sman Balung.” *Jurnal Pembelajaran Fisika* 7, no. 1 (2018): hal.16.
- Ulfa, F M, M Asikin, and N K Dwidayati. “Membangun Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa Dengan Pembelajaran PjBL Terintegrasi Pendekatan STEM.” *Prosiding Seminar ...* 4, no. 2 (2019): hal.614.
- Umam, Khoerul. “Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis

- Siswa Melalui Pembelajaran Reciprocal Teaching.” *JPMI (Jurnal Pendidikan Matematika Indonesia)* 3, no. 2 (2018): hal.57.
- Wijayanto, Teguh, Bambang Supriadi, and Lailatul Nuraini. “Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning Dengan Pendekatan Stem Terhadap Hasil Belajar Siswa Sma.” *Jurnal Pembelajaran Fisika* 9, no. 3 (2020): hal. 116.
- Windsari, Novi Sylvia, Sri Yamtinah, and Susanti Vh. “Pengaruh Model Project Based Learning Terintegrasi STEM (PjBL-STEM) Terhadap Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Pada Materi Asam Dan Basa Kelas XI Di SMA Negeri 3 Surakarta Tahun Pelajaran 2018/2019.” *Jurnal Pendidikan Kimia* 9, no. 1 (2020): hal.46.

