

**PENGARUH *PROJECT BASED LEARNING* TERHADAP KEMAMPUAN
BERPIKIR KRITIS DAN BERKOLABORASI PESERTA DIDIK PADA
MATERI BIOTEKNOLOGI**

(Skripsi)

Oleh

DESILVA ELSH GAU

2113024055



FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

UNIVERSITAS LAMPUNG

BANDAR LAMPUNG

2025

ABSTRAK

PENGARUH *PROJECT BASED LEARNING* TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS DAN BERKOLABORASI PESERTA DIDIK PADA MATERI BIOTEKNOLOGI

OLEH

DESILVA ELSHA GAU

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penerapan pembelajaran PjBL terhadap kemampuan berpikir kritis dan kemampuan kolaborasi peserta didik pada materi bioteknologi. Penelitian dilaksanakan pada semester genap di SMAS Immanuel Bandar Lampung. Jenis penelitian yang digunakan adalah kuasi eksperimental dengan desain penelitian *pretest-posttest non-equivalent control group*. Sampel penelitian pada peserta didik kelas X.1 sebanyak 22 peserta didik sebagai kelas kontrol dan X.2 sebanyak 22 peserta didik sebagai kelas eksperimen dengan teknik pengambilan sampel *purposive sampling*. Pada kelas eksperimen menggunakan pembelajaran PjBL, sedangkan pada kelas kontrol menggunakan metode diskusi kelompok. Data kemampuan berpikir kritis didapatkan melalui penilaian *pretest-posttest* yang dianalisis menggunakan uji *Independent Sample T-test*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada taraf signifikansi 0,005 didapatkan nilai *Sig. (2-tailed)* $0,001 < 0,005$ maka H_1 diterima. Kemudian hasil uji pengaruh (*effect size*) sebesar 1,07 dengan kriteria “Tinggi” yang dapat diartikan bahwa pembelajaran PjBL berpengaruh dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis. Sedangkan data kemampuan kolaborasi diperoleh dari hasil perhitungan lembar observasi peserta didik. Hasil perhitungan data kemampuan kolaborasi peserta didik pada kelas eksperimen lebih tinggi dengan presentase nilai 80% dengan kriteria “Sangat baik” dibandingkan dengan kelas kontrol dengan presentase sebesar 59% dengan kategori “Cukup baik”. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pembelajaran PjBL berpengaruh signifikan terhadap kemampuan berpikir kritis dan kolaborasi peserta didik pada materi bioteknologi.

Kata kunci: Bioteknologi, Kemampuan Berpikir Kritis, Kolaborasi, PjBL

ABSTRAK

THE EFFECT OF PROJECT-BASED LEARNING ON STUDENTS' CRITICAL THINKING AND COLLABORATION SKILLS IN BIOTECHNOLOGY

BY

DESILVA ELSHA GAU

This study aims to examine the impact of implementing Project-Based Learning (PjBL) on students' critical thinking and collaboration skills in the context of biotechnology. The research was conducted during the even semester at SMAS Immanuel Bandar Lampung. A quasi-experimental design was employed, utilizing a pretest-posttest non-equivalent control group approach. The sample consisted of 44 students, with 22 students from class X.1 serving as the control group and 22 students from class X.2 as the experimental group, selected through purposive sampling. The experimental group was taught using the PjBL approach, while the control group received instruction through the group discussion method. Data on critical thinking skills were collected via pretest and posttest assessments and analyzed using the Independent Sample T-test. The results indicated that at a significance level of 0.005, the Sig. (2-tailed) value was 0.001, which is less than 0.005; therefore, the alternative hypothesis (H_1) was accepted. The calculated effect size was 1.07, categorized as "High," suggesting that PjBL had a substantial effect on enhancing students' critical thinking skills. Collaboration skills data were obtained through student observation sheets. The experimental group demonstrated higher levels of collaboration, with a score of 80% categorized as "Very Good," compared to the control group, which scored 59% and was categorized as "Fairly Good." Based on these findings, it can be concluded that the implementation of PjBL significantly influences students' critical thinking and collaboration skills in biotechnology.

Keywords: Biotechnology, Critical Thinking Skills, Collaboration, PjBL

**PENGARUH *PROJECT BASED LEARNING* TERHADAP KEMAMPUAN
BERPIKIR KRITIS DAN BERKOLABORASI PESERTA DIDIK PADA
MATERI BIOTEKNOLOGI**

Oleh

DESILVA ELSHA GAU

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA PENDIDIKAN**

Pada

**Jurusan Pendidikan Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan**



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

2025

Judul Skripsi

: **PENGARUH *PROJECT BASED LEARNING*
TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR
KRITIS DAN BERKOLABORASI PESERTA
DIDIK PADA MATERI BIOTEKNOLOGI**

Nama Mahasiswa

: **Desilva Elsha Gau**

Nomor Pokok Mahasiswa

: **2113024055**

Program Studi

: **Pendidikan Biologi**

Jurusan

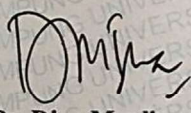
: **Pendidikan MIPA**

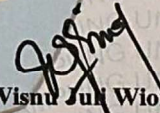
Fakultas

: **Keguruan dan Ilmu Pendidikan**

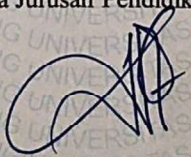
MENYETUJUI

1. **Komisi Pembimbing**


Dr. Dina Maulina, M.Si
NIP. 198512032008122001


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

2. **Ketua Jurusan Pendidikan MIPA**


Dr. Nurhanurawati, M.Pd
NIP. 19670808199103200

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Dr. Dina Maulina., M.Si**

Dina
.....

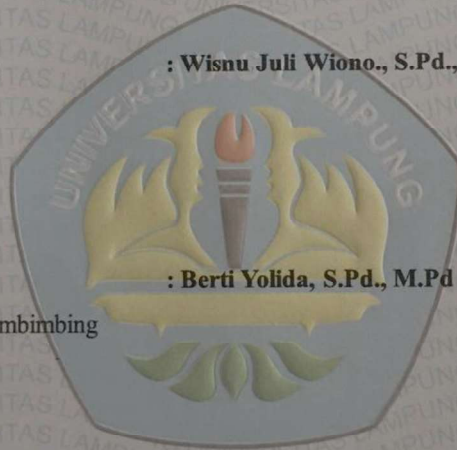
Sekretaris : **Wisnu Juli Wiono., S.Pd., M.Pd**

Wisnu
.....

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

Berti
.....

Bukan pembimbing



2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Dr. Albet Maydiantoro, M.Pd

NIP. 19870504 201404 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: **03 Juni 2025**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini adalah:

Nama : Desilva Elsha Gau
NPM : 2113024055
Fakultas/Jurusan : FKIP/Pendidikan MIPA
Program studi : Pendidikan Biologi
Alamat : Jl. Aziz Cindar Bumi, Enggal, Bandar Lampung, Lampung

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

Bandar Lampung, 03 Juni 2025

Yang menyatakan,



Desilva Elsha Gau

NPM. 2113024055

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama lengkap Desilva Elsha Gau, dilahirkan di Gisting atas, 31 Desember 2002, dari pasangan Bapak Abrianus Wula dengan Ibu Mawarti Sulasih. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara, memiliki dua adik bernama Donatius Daud Nusa Pronggale dan Lucky Oktovianus Wa'e. Penulis bertempat tinggal di Jalan Aziz Cindar Bumi No. 58, Kelurahan Enggal, Kecamatan Tanjung Karang Pusat, Bandar Lampung, Lampung.

Penulis mengawali Pendidikan pada tahun 2007 di TK Fransiskus Gisting Bawah Tanggamus, kemudian melanjutkan pendidikan di SDN 1 Palapa Bandar Lampung (2009-2014), SMP Immanuel Bandar Lampung (2015-2017), SMA Immanuel Bandar Lampung (2018-2021) dan diterima melalui jalur SBMPTN sebagai mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Lampung pada tahun 2021.

Selama menjalani perkuliahan S1, penulis tergabung dalam himpunan Mahasiswa Formandibula, pada tahun 2021. Pada tahun 2021 penulis tergabung menjadi sebagai anggota divisi minat dan bakat kemudian pada tahun 2023 penulis menjadi anggota Divisi Sosial dan Lingkungan Forum Mahasiswa Pendidikan Biologi Universitas Lampung. Pada awal tahun 2024 penulis melaksanakan program Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Negara Ratu, Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan, sekaligus melaksanakan Program Pengenalan Lapangan Persekolahan (PLP) di SMP Bina Utama Natar, Kecamatan Merak Batin, Kabupaten Lampung Selatan. Pada tahun 2025 penulis melaksanakan penelitian untuk menyelesaikan tugas akhir yaitu skripsi di SMA Immanuel Bandar Lampung.

MOTTO

“Karena masa depan sungguh ada, dan harapanmu tidak akan hilang”

(Amsal 23:18)

“Tetapi kamu ini, kuatkanlah hatimu, jangan lemah semangatmu, karena ada upah bagi usahamu”

(2 Tawarikh 15:7)

“Let all that you do be done in love”

(1 Corinthians 16:14)

“Janganlah hendaknya kamu kuatir tentang apapun juga tetapi nyatakanlah dalam segala hal keinginanmu kepada Allah dalam doa dan permohonan dengan ucapan Syukur”

(Filipi 4:6)

“For your mercy never fails me, all my days I’ve been held in your hands from the moment that I wake up until lay my head, I will sing of the goodness of God”

(Goodness of God)

PERSEMBAHAN

“Di dalam Nama Bapa, Putra dan Roh Kudus”

Puji Tuhan

Segala puji dan syukur atas berkat, penyertaan, dan kasih Bapa kepada penulis dalam mengerjakan skripsi ini, sehingga penulis dapat sampai pada proses ini.

Teriring doa, rasa syukur, kasih, dan kerendahan hati. Dengan segala kasih dan cinta kupersembahkan karya ini untuk orang-orang yang sangat berharga di dalam proses hidupku kepada:

Mamak Elsha

Mamak Mawarti Sulasih

Skripsi ini Elsha persembahkan untuk mamak. Terima kasih karena telah mengusahakan cita-cita Elsha, memberikan Elsha begitu banyak kasih sayang, doa dan rasa aman disaat tidak banyak yang percaya tentang mimpi Elsha, terima kasih selalu mendukung dan menemani Elsha berproses hingga Elsha dapat menyelesaikan satu bagian terpenting dalam kehidupan Elsha, menjadi seorang Sarjana.

Adik dan kerabat yang tidak dapat disebutkan Namanya

Terima kasih sudah selalu memberi semangat, perhatian, dukungan dan doa kepadaku

Para Pendidik (Guru dan Dosen)

Terima kasih atas kasih, ilmu, nasihat, motivasi, bimbingan dan pengajaran yang telah dibekali kepadaku. Terima kasih banyak Bapak, Ibu

Almamater Tercinta, Universitas Lamp

SANWACANA

Puji syukur atas kehadiran Allah Bapa yang telah melimpahkan kasih dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Pengaruh *Project Based Learning* Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan berkolaborasi Peserta Didik Pada Materi Bioteknologi”. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat dalam meraih gelar Sarjana Pendidikan pada program studi Pendidikan Biologi, Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Lampung.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak dapat terlepas pneranan dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Albet Maydiantoro, S.Pd., selaku Dekan FKIP Universitas Lampung;
2. Ibu Dr. Nurhanurawati, M.Pd., selaku Ketua Jurusan PMIPA FKIP Universitas Lampung;
3. Ibu Rini Rita T. Marpaung, S.Pd, M.Pd., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Biologi;
4. Ibu Dr. Dina Maulina, M.Si., selaku pembimbing I yang telah mengusahakan dan memberikan bimbingan, motivasi, nasihat, perhatian serta doa dan saran sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik;
5. Bapak Wisnu Juli Wiono, S.Pd., M.Pd., selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, motivasi, nasihat, dan saran sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik;
6. Ibu Berti Yolida, S.Pd., M.Pd., selaku dosen pembahas atas masukan dan saran yang sangat berharga, sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik;
7. Seluruh Dosen dan Staf Pendidikan Biologi atas motivasi dan ilmu yang telah diberikan;
8. Seluruh Guru dan Staf SMA Immanuel atas dukungan dan doanya kepada penulis;
9. Ibu Endang Siti Gunarsih, S.Pd selaku guru pengampu mata pelajaran IPA Biologi dan pembimbing selama menjalankan penelitian terima kasih bu untuk

kesempatannya, dukungan dan semangat kepada penulis selama melaksanakan penelitian;

10. Seluruh adik-adik X.1 dan X.2 yang telah menyambut kehadiran penulis, berkerja sama, dan sama-sama belajar pada saat penelitian terimakasih untuk semangat belajarnya;
11. Dr. Timotius, Tante Kim, Pak Budiman, Ibu Ayu, Kakak Ageta, Kak Lala dan Bude Naomi terima kasih sudah mendukung, mendoakan dan memberikan perhatiannya untuk pendidikan penulis;
13. Sahabat-sahabatku *FMSE* ica, rosa, dan sifa, terima kasih sudah menjadi saudara perempuanku selama berproses kuliah ini, yang selalu menjadi tempatku mengeluh, bertukar cerita dan menolong disaat hal-hal yang susah dalam proses kuliah ini serta kebahagiaan dengan bercandaan yang itu-itu saja serta kenangan belajar bersama memancing planaria;
14. Keluarga mungil KKN Naru, terima kasih telah menjadi teman baikku yang selalu memiliki cerita yang menghibur saat sedang merasa tidak baik-baik saja dalam menyelesaikan tantangan skripsi ini;
15. Salem Inimida, Vivin dan Chesya, terima kasih sudah menjadi sahabat penulis;
16. Refika, Yardan, Nurul, Mutia, Gita, terima kasih sudah selalu direpotkan olehku dengan pertanyaan-pertanyaan bagaimana menyelesaikan skripsi ini dan menolong serta memberikan semangat dan dukungannya;
17. Semua pihak yang telah mendukung, mendoakan dan membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna bagi kita semua.

Bandar Lampung, 03 Juni 2025
Penulis,

Desilva Elsha Gau
NMP. 2113024055

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Manfaat Penelitian	7
1.5 Ruang Lingkup	8
II. TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1 Model Project Based Learning.....	10
2.2 Kemampuan Berpikir Kritis.....	13
2.3 Kemampuan Berkolaborasi.....	15
2.4 Materi Bioteknologi.....	17
2.5 Kerangka Berpikir.....	18
2.6 Hipotesis Penelitian.....	20
III. METODE PENELITIAN	21
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	21
3.2 Populasi dan Sampel	21
3.3 Desain Penelitian	21
3.4 Prosedur Penelitian.....	22
3.5 Jenis dan Teknik Pengambilan Data	24
1. Jenis data	24

2. Teknik Pengambilan Data.....	24
3.6 Uji Instrumen Data	29
1. Uji Validitas	30
3.7 Teknik Analisis data.....	30
1. Kemampuan Berpikir Kritis	30
a. Uji Normalitas	31
b. Uji Homogenitas.....	32
c. Uji Hipotesis	32
d. Uji Pengaruh (Effect Size).....	32
2. Kemampuan Kolaborasi.....	33
IV.HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1 Hasil Penelitian	35
4.2 Pembahasan	40
V.SIMPULAN DAN SARAN	50
5.1 Simpulan.....	50
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA.....	51
LAMPIRAN	56

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Sintaks <i>Project Based Learning</i>	12
2. Indikator Kemampuan Kritis.....	14
3. Indikator Kemampuan Kolaborasi.....	16
4. Keluasan dan Kedalaman Materi	17
5. Desain Penelitian Pretest dan Posttest.....	22
6. Tabulasi Data Nilai <i>Pretest</i> , <i>Posttest</i> , dan <i>N-gain</i>	25
7. Perbandingan Nilai <i>Pretest</i> , <i>Posttest</i> , dan <i>N-gain</i>	25
8. Lembar Observasi Kemampuan Kolaborasi.....	26
9. Kriteria Kemampuan Kolaborasi.....	27
10. Penilaian Aspek Kolaborasi Peserta Didik.....	27
11. Kategori Angket Tanggapan Peserta Didik	29
12. Rubrik Angket Tanggapan Peserta Didik.....	29
13. Lembar Validasi Soal.....	30
14. Kriteria Uji <i>N-gain</i>	31
15. Kriteria Interpretasi Nilai Cohen's.....	33
16. Kriteria Kemampuan Kolaborasi Peserta Didik.....	34
17. Kemampuan Berpikir Kritis <i>Pretest</i> , <i>Posttest</i> , dan <i>N-gain</i>	35
18. Hasil Analisis Rata-rata Setiap Indikator Kemampuan berpikir Kritis	36
19. Hasil Perhitungan <i>Effect Size</i>	38
20. Hasil Kemampuan Kolaborasi Peserta Didik.....	38
21. Hasil Angket Tanggapan Peserta Didik.....	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Bagan Kerangka Berpikir	19
2. Bagan hubungan antar variabel	19
3. Jawaban Indikator <i>Elementary Clarification</i> kelas eksperimen	42
4. Jawaban Indikator <i>Elementary Clarification</i> Kelas kontrol.....	42
5. Hasil Jawaban LKPD Peserta Didik.....	42
6. Jawaban LKPD Kemampuan <i>Basic Support</i> dan bertanggung jawab .	44
7. Jawaban Indikator <i>Basic Support</i>	44
8. Jawaban Indikator <i>Inference</i>	45
9. Jawaban LKPD Peserta didik Untuk Indikator <i>Inference</i>	45
10. Jawaban Indikator <i>Advanced Clarification</i> kelas eksperimen	46
11. Jawaban Indikator <i>Advanced Clarification</i> kelas kontrol.....	46
12. Hasil Karya Peserta Didik Kemampuan Strategi dan Taktik	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1. Alur Tujuan Pembelajaran Kelas Eksperimen.....	59
Lampiran 2. Modul Ajar Kelas Eksperimen	61
Lampiran 3. LKPD Kelas eksperimen	74
Lampiran 4. Alur Tujuan Pembelajaran Kelas Kontrol.....	86
Lampiran 5. Modul Ajar Kelas Kontrol	88
Lampiran 6. LKPD Kelas Kontrol.....	99
Lampiran 7. Kisi-Kisi Soal <i>Pretest</i> Dan <i>Posttest</i>	105
Lampiran 8. Soal <i>Pretest</i> Dan <i>Posttest</i> Kemampuan Berpikir Kritis.....	106
Lampiran 9. Rubrik Soal <i>Pretest</i> Dan <i>Posttest</i> Kemampuan Berpikir Kritis.....	108
Lampiran 10. Lembar Penilaian Kemampuan Kolaborasi.....	118
Lampiran 11. Rubrik Kemampuan Kolaborasi.....	119
Lampiran 12. Angket Tanggapan Peserta Didik.....	121
Lampiran 13. Lembar Validasi.....	124
Lampiran 14. Data Hasil <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Kemampuan Berpikir Kritis	127
Lampiran 15. Data Nilai PerIndikator <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Kelas Eksperimen....	128
Lampiran 16. Data Nilai Per Indikator <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Kelas Kontrol.....	130
Lampiran 17. Lembar Observasi Kemampuan Kolaborasi Kelas Eksperimen ...	132
Lampiran 18. Lembar Observasi Kemampuan Kolaborasi Kelas Kontrol	134
Lampiran 19. Hasil Uji Statistik Soal <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	136
Lampiran 20. Data Tanggapan Peserta Didik Penggunaan Model PjBL	143
Lampiran 21. Surat Permohonan Izin Observasi.....	145
Lampiran 22. Surat Permohonan Penelitian	146
Lampiran 23. Surat Balasan Izin Penelitian SMA Immanuel.....	147

Lampiran 24. Dokumentasi Penelitian	148
Lampiran 25. Dokumentasi Langkah Pembelajaran PjBL	150

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pendidikan di abad ke-21 berkembang pesat untuk memenuhi kebutuhan pendidikan global. Dalam tulisannya yang berjudul *Problems, Solutions, and Expectations: 6C Integration of 21st Century Education into Learning Mathematics*, Inganah mengungkapkan bahwa pendidikan memiliki kebutuhan untuk meningkatkan kualitas praktik pendidikan dan mengembangkan sistem pendidikan dalam mempersiapkan lulusan berkualitas yang siap menghadapi tuntutan perkembangan global (Inganah dkk, 2023). Di era ini, pendidikan di semua tingkatan membutuhkan perubahan karena dengan adanya perkembangan global menjadi masalah dan tantangan baru bagi peserta didik. Pendidikan akan berperan dalam mempersiapkan peserta didik untuk memiliki enam aspek kemampuan yang diintegrasikan dalam pembelajaran di abad ke-21. Aspek-aspek ini disebut dengan 6 C yaitu *critical thinking, collaboration, communication, creativity, citizenship or culture, connectivity* untuk menyelesaikan masalah dan tantangan tersebut (Anugerahwati, 2019). Dengan demikian, diharapkan peserta didik mampu memiliki kemampuan *soft skill* dalam pembelajaran agar peserta didik mampu berkompetisi di abad ke-21 (Armando, 2019)

Kemampuan berpikir kritis merupakan satu di antara kecakapan hidup (*life skill*) yang hendaknya diperluas dengan pendidikan (Zubaidah, 2018). Kemampuan ini termasuk ke dalam berpikir tingkat tinggi untuk dapat memecahkan masalah dalam situasi sulit dan mencari solusi dari setiap permasalahan yang di hadapi dalam kehidupan (Rahardhian, 2022). Johnson menyebutkan berpikir kritis

dapat menjadi *stimulus* untuk berpikir secara teratur dalam menghadapi permasalahan serta beragam tantangan, melaksanakan perumusan ide yang baru serta perancangan solusi baru yang original (Handayani, 2019). Kemampuan berpikir kritis dalam pembelajaran IPA yaitu bagian penting, dikarenakan dalam proses belajar peserta didik diharapkan bisa mendapat pengalaman memanfaatkan wawasan serta potensi yang dikuasai agar diimplementasikan dalam pemecahan permasalahan dengan memperlihatkan sikap kritis, logis, cermat, analitis, memiliki tanggung jawab, teliti serta pantang menyerah (Retno dkk, 2018).

Namun menurut catatan *Programme For International Student Assesment* (PISA) dari hasil studi pelajar di Indonesia pada 2018 lalu yang diikuti oleh 79 negara menunjukan bahwa Indonesia memiliki nilai rata-rata yang rendah dengan perolehan peringkat ke-71 (OECD, 2019). Hal tersebut disebabkan oleh tingkat pemahaman yang rendah mengenai subjek dan kesulitan menalar dan menanggapi pertanyaan sehingga menjadi permasalahan pendidikan peserta didik di Indonesia (Khishaaluhussaniyyati dkk, 2023). Selain itu, berdasarkan kajian literatur yang ditulis oleh Ayubi dkk (2019) menyebutkan bahwa pada saat ini permasalahan dalam pembelajaran peserta didik karena lemahnya proses belajar ketika peserta didik tidak teralu terpacu dalam pembangunan konsep, pengembangan potensi pemikiran, penggalian wawasan baru, dan mengemukakan serta memecahkan persoalan, sementara pada mekanisme belajar yang timbul pada peserta didik hanya dituntut menghafal beragam informasi, menimbun serta mengingat informasi tanpa adanya pacuan untuk memahami serta mengimplementasikan hal yang didapat pada kehidupan.

Pada salah satu indikator kemampuan dalam berpikir kritis menurut Ennis yaitu *strategies and tactics*, kemampuan tersebut memiliki sub indikator untuk berinteraksi dengan orang lain hal tersebut selaras dengan salah satu kemampuan mendasar di abad ke-21 yaitu kolaborasi dalam hal ini, kolaborasi berperan dalam mekanisme belajar melalui perencanaan berkerjasama, melaksanakan interaksi

pada orang lain, serta berpartisipasi pada diskusi yang memberi perhatian pada pendapat yang berbeda guna mendapat wawasan (Rahayu dkk, 2019).

Kemampuan kolaborasi ini juga sebagai struktur interaksi yang diatur dan dirancang untuk kepentingan dalam mencapai hasil belajar yang efektif (Yokhebed, 2019). Namun pada faktanya, kemampuan kolaborasi peserta didik masih dikategorikan rendah, kondisi ini tampak dari cara peserta didik memberi penyelesaian tugas serta diskusi kelompok, peserta didik cenderung mengerjakan sesuatu secara individual, belum berkomunikasi secara dialogis, tidak berani dalam berpendapat, dan tidak semua peserta didik berperan aktif dalam kelompoknya. Oleh sebab itu, Widodo dalam Fawwaziara dkk (2024) menyebutkan sepintar peserta didik saat belajar jika tidak dapat berkolaborasi akan mengalami sulit menggagaskan idenya untuk anggota kelompok serta membuat peserta didik sulit melaksanakan kerja sama ketika belajar.

Ilmu Pengetahuan Alam (sains) yaitu bidang ilmu yang belajar tentang alam semesta serta isi di dalamnya. IPA termasuk kedalam bidang studi yang diajar sejak pendidikan sekolah dasar sampai perguruan tinggi (Atep, 2014). IPA disebut sebagai mata pelajaran *integrative science* yang berarti mengintegrasikan beragam aspek dari domain sikap, wawasan serta kemampuan. Sebagai *integrative science* memiliki fokus yang aplikatif, pengembangan keterampilan berpikir, potensi belajar, rasa ingin tahu, sikap peduli serta bertanggung jawab terhadap lingkungan (Prasetyowati, 2014). Ciri khusus dalam pembelajaran IPA yaitu melakukan kerja ilmiah sehingga dapat menghasilkan produk serta mekanisme yang akan memunculkan kemampuan dalam berpikir kritis (Hidayati dkk, 2021). Rofiudin (2000) dalam Hidayati dkk (2021) menyatakan melalui hasil penelitiannya bahwa kemampuan peserta didik untuk berpikir kritis sangat diperlukan dalam kehidupan sehari-hari walaupun sudah tidak lagi mengenyam pendidikan. Satu di antara materi pelajaran IPA yang terkait erat pada hidup keseharian adalah bioteknologi. Bioteknologi yaitu aplikasi dari berbagai ilmu melalui pemanfaatan makhluk hidup atau bagiannya yang berguna dalam memberi hasil produk dengan tujuan demi kesejahteraan manusia. Berdasarkan pernyataan tersebut dalam penelitiannya yang berjudul Pengembangan Bahan Ajar Bioteknologi berdasarkan

Potensial Lokal menyebutkan bahwa integrasi materi belajar pada isu lingkungan sekitar dapat memicu tumbuhnya rasa kepedulian terhadap lingkungan peserta didik dan lebih kritis (Nurhidayati dan Khaeruuman, 2017).

Isu-isu lingkungan di daerah lampung menurut Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (BPPDPL) Provinsi Lampung terjadi pencemaran perairan teluk lampung diketahui karen adanya pencemaran yang disebabkan oleh bahan organik lampung (BPPDPL, 2018). Pencemaran tersebut akan berpotensi terhadap kerusakan ekosistem perariran laut di lampung, menimbulkan penyakit, menimbulkan bencana banjir pada musim hujan yang disebabkan oleh meluapnya sungai-sungai di daerah tersebut. Berbagai upaya dilaksanakan guna menanggulangi persoalan ini yaitu mengolah limbah organik yang ramah lingkungan. Salah satu limbah rumah tangga yang digunakan adalah kulit buah, sayuran dan lain sebagainya yang dimanfaatkan menjadi *eco-enzim*. *Eco-enzim* yaitu fermentasi limbah organik seperti buah-buahan, yang menggunakan air gula aren dan air (Istanti dkk, 2023)

Berdasarkan pada hasil observasi yang sudah dilaksanakan oleh peneliti di SMA Immanuel Bandar Lampung melalui wawancara kepada guru bidang studi biologi dan penyebaran angket peserta didik kelas X SMA Immanuel Bandar Lampung. Hasil wawancara dengan guru mata pelajaran IPA biologi diketahui bahwa kemampuan berpikir kritis peserta didik masih tergolong rendah. Karena dalam pembelajaran peserta didik cenderung pasif dan tidak mampu berargumentasi mengenai materi yang dipelajari, di sisi lain dibuktikan melalui hasil nilai ulangan pelajaran biologi peserta didik masih mendapatkan nilai dibawah KKM. Perolehan nilai oleh peserta didik berada pada rentan 20-62. Sementara itu, pada saat ulangan berlangsung peserta didik melakukan kecurangan dengan menyontek satu sama lain sehingga jawaban atas pertanyaan memiliki kesamaan. Soal-soal ulangan yang diberikan oleh pendidik masih berupa soal level kognitif untuk mengingat (C1) dan memahami (C2), pendidik belum menerapkan soal ulangan yang mengandung indikator berpikir kritis.

Disisi lain, merujuk pada angket yang sudah disebar pada peserta didik diketahui peserta didik merasa mata pelajaran IPA Biologi adalah bidang studi yang sulit. Hal tersebut disebabkan oleh cara peserta didik belajar hanya menghafal, mencatat, dan membaca satu sumber belajar buku cetak IPA biologi. Sedangkan, metode belajar yang dipakai guru yaitu ceramah serta diskusi kelompok. Fakta di lapangan metode ceramah yang digunakan menimbulkan permasalahan karena peserta didik tidak memperhatikan penjelasan dan sulit berkonsentrasi dalam belajar untuk memahami konsep materi. Selain itu, pembelajaran bioteknologi yang dilaksanakan dengan tidak membuat produk melalui praktikum sederhana sehingga peserta didik belum terlibat aktif dalam penyelesaian permasalahan lingkungan yang ada disekitarnya. Selain itu, fakta selanjutnya diketahui bahwa pembelajaran yang berbasis proyek dilaksanakan melalui program P5 sehingga peserta didik masih belajar dengan metode yang diajarkan oleh pendidik dengan berdiskusi dan ceramah. Jufrida dkk, (2020) mengungkapkan bahwa sebenarnya proses pembelajaran sains tidak sekadar fokus dalam aspek wawasan namun juga memberikan pengalaman langsung dengan melakukan penyidikan atau eksperimen dalam menemukan konsep sains.

Hasil observasi di kelas X SMA Immanuel diketahui bahwa kemampuan kolaborasi peserta didik masih kurang baik meskipun pembelajaran dilaksanakan dengan metode diskusi kelompok oleh teman sejawat untuk mempresentasikan materi pembelajaran. Hal ini ditandai dengan cara peserta didik dalam berdiskusi dimana peserta didik hanya mengandalkan salah satu anggota kelompok yang pintar, peserta didik belum melaksanakan komunikasi dan berani mengutarakan pemikiran di dalam kelompok, lalu ada peserta didik yang mengobrol, bercanda, mengganggu teman serta tidak memiliki rasa peduli pada tugas kelompok yang diberikan. Adapun ketercapainya kemampuan kolaborasi pada kelas menjadi satu di antara keterampilan sosial yang esensial untuk bagi peserta didik saat belajar sebab peserta didik bisa mendapat wawasan serta pengalaman satu dengan lainnya teman pada kelompok saat belajar (Sembiring dkk, 2024).

Pembelajaran yang hanya berpusat pada pendidik merupakan pendekatan yang tidak mendukung peserta didik untuk berpikir. Oleh sebab itu, dari permasalahan tersebut peneliti mencoba untuk menyelesaikan permasalahan peserta didik dengan model *Project Based Learning* (PjBL). PjBL yaitu model pembelajaran inovatif fokus pada peserta didik serta guru menjadi fasilitator serta pemacu motivasi, dimana dalam hal ini peserta didik diberi kesempatan untuk belajar secara mandiri maupun kelompok (Rehani & Mustofa, 2023). Berdasarkan hasil penelitian yang dilaksanakan oleh Nida dkk (2022) diketahui bahwa penerapan model PjBL mampu meningkatkan cara pemikiran kritis peserta didik secara signifikan pada pemecahan permasalahan yang dihadapinya dengan mendiskusikan secara bersama-sama sebab pada implementasi model tersebut akan memacu kreativitas, kemampuan menanya, kemandirian, rasa bertanggung jawab, kepercayaan diri, serta keterampilan berpikir peserta didik yang tidak luput dari perencanaan yang menyesuaikan dengan karakteristik dan latar belakang peserta didik.

PjBL yaitu model pengajaran yang dibangun diatas aktivitas belajar serta tugas nyata berbasis proyek yang berpusat pada peserta didik dalam memberikan tantangan terkait kehidupan keseharian untuk dapat terpecah berkelompok dengan melaksanakan investigasi yang mendalam terkhusus pada pembelajaran IPA materi bioteknologi yang harus dikuasai peserta didik pada penyelesaian masalah melalui penciptaan sebuah ide maupun produk yang dapat menjadikan belajar menjadi lebih berkesan agar peserta didik dapat belajar mengenai cara pemikiran kritis serta memecahkan suatu persoalan untuk mendapat wawasan serta konsep penting berdasarkan materi pembelajaran (Sofyana, 2023). Model PjBL membuat peserta didik dapat melaksanakan kegiatan belajar saintifik yang berwujud aktivitas bertanya, melaksanakan penyelidikan maupun uji coba, menalar serta membangun hubungan dengan orang lain untuk mendapat informasi maupun data (Mahendra, 2017). Selain itu, model PjBL dengan menggunakan tugas proyek hendaknya dikerjakan peserta didik yang dikemas dengan kegiatan proyek bersifat nyata dan berhubungan dengan lingkungan sekitar secara langsung.

Dari permasalahan tersebut peneliti akan menerapkan model *Project Based Learning* (PjBL) saat belajar bioteknologi guna mengukur potensi peserta didik dalam berpikir kritis dan kemampuan peserta didik dalam berkolaborasi. Hal tersebut sesuai capaian pembelajaran IPA Biologi kelas X yaitu kemampuan memahami bioteknologi dan dapat berperan aktif dalam menyelesaikan masalah pada isu-isu lokal dan global. Pembelajaran akan dilaksanakan secara berkelompok dengan hasil akhir produk bioteknologi. Berdasarkan latar belakang masalah tersebut yaitu alasan mendasar peneliti untuk menyusun skripsi berjudul “Pengaruh *Project Based Learning* Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Berkolaborasi Peserta Didik Pada Materi Bioteknologi”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, adapun rumusan masalah mencakup:

1. Bagaimanakah pengaruh model PjBL terhadap kemampuan berpikir kritis pada materi bioteknologi kelas X SMA Immanuel?
2. Bagaimanakah pengaruh model PjBL terhadap kemampuan berkolaborasi materi bioteknologi kelas X SMA Immanuel?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut tujuan penelitian yaitu:

1. Untuk mengetahui pengaruh model *Project Based Learning* bagi kemampuan berpikir kritis pada materi bioteknologi kelas X SMA Immanuel.
2. Untuk mengetahui pengaruh model *Project Based Learning* bagi kemampuan berkolaborasi pada materi bioteknologi kelas X SMA Immanuel.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk pihak terkait, diantaranya sebagai berikut:

1. Bagi Sekolah

Hasil penelitian bermanfaat bagi sekolah dalam meningkatkan mutu belajar mengajar pada sekolah dengan menerapkan model PjBL.

2. Bagi Pendidik

Memberi wawasan serta alternatif pembelajaran dengan menerapkan model PjBL pada materi bioteknologi.

3. Bagi Peserta didik

Meningkatkan motivasi belajar bagi peserta didik untuk membangun kemampuan berpikir kritis serta berkolaborasi dengan pengalaman belajar menggunakan model PjBL.

4. Bagi Penulis

Memberi pengalaman penelitian pada penyelesaian masalah dunia pendidikan melalui aktivitas belajar dan mengajar agar dapat menambah pengetahuan dan melatih potensi untuk mengajar sebagai persiapan menjadi seorang pendidik.

1.5 Ruang Lingkup

Berdasarkan rumusan masalah serta tujuan yang telah diuraikan, peneliti memberi batas ruang lingkup penelitian sebagai berikut:

1. Model *Project Based Learning* yang digunakan adalah menurut (Nirmayani & Dewi, 2021) yang meliputi: (1) Pertanyaan mendasar dan menetapkan proyek; (2) perancangan langkah menyelesaikan proyek; (3) menyusun jadwal; (4) melaksanakan proyek dengan difasilitasi pengawasan guru; (5) menyusun laporan dan penampilan proyek; (6) mengevaluasi serta penilaian hasil proyek.
2. Indikator kemampuan berpikir kritis adalah: (1) Memberi pemaparan sederhana (*elementary clarification*); (2) Membangun keterampilan dasar (*basic support*); (3) Menyimpulkan (*inference*); (4) Menyusun pemaparan

lanjutan (*advanced clarification*) ;(5) Merancang taktik serta strategi (*strategy and tactics*) (Crismasanti & Yunianta, 2017; Ennis,1995)

3. Indikator kemampuan berkolaborasi yaitu: (1) Berkerja secara produktif; (2) Berkontribusi secara aktif; (3) Bertanggung Jawab; (4) Menunjukan Fleksibilitas; (5) Menghargai orang lain (Greenstein, 2012).
4. Materi pokok pada penelitian ini adalah Bioteknologi di kelas X dengan capaian pembelajaran peserta didik memiliki kemampuan memahami bioteknologi dan dapat berperan aktif dalam menyelesaikan masalah pada isu-isu lokal.
5. Subyek penelitian yaitu peserta didik kelas X SMA Immanuel Bandar Lampung.
6. Bioteknologi yang dibuat adalah bioteknologi konvensional *eco-enzim*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Model Project Based Learning

Model proyek dikemukakan gagasan Jhon Dewey terkait konsep “*learning by doing*” yaitu mekanisme hasil belajar melalui pengerjaan tindakan yang mengacu pada tujuan (Rampling dkk, 2022). Pembelajaran berbasis proyek tidak dapat dipisahkan dari proses konstruktivis dan proses investigasi yang dilakukan oleh seseorang berdasarkan sudut pandang dan pemikirannya (Jalinus dkk, 2017). Dalam penerapan model belajar *Project Based Learning* (PjBL) peserta didik dapat mencapai tujuan dalam menyusun dan menyelesaikan proyek, memecahkan masalah, memiliki kemampuan kolaborasi dan memiliki kedisiplinan serta tanggung jawab dalam menyelesaikan proyek (Ramadhanti dkk, 2023).

PjBL merupakan pembelajaran yang berfokus terhadap peserta didik, proses pembelajaran ini terintegrasi pada proyek yang akan melibatkan peran peserta didik belajar efektif serta efisien. Peserta didik akan terlibat aktif pada mekanisme belajar yang mana peserta didik akan berkerja kolaboratif bersama individu lain dan akan membahas materi yang diajarkan. Penerapan model PjBL ini akan melatih peserta didik dalam menghadapi masalah dan membangun daya pemikiran peserta didik yang kemudian akan menjadikan hasil belajar peserta didik meningkat (Nurhidayah dkk, 2021). Pembelajaran berbasis *project* merupakan model yang mengatur proses belajar melalui kegiatan proyek. Kegiatan ini merupakan tugas kompleks yang didasarkan pada tantangan berupa pernyataan maupun masalah yang melibatkan peserta didik dalam merancang, memecahkan masalah, membuat sebuah keputusan dan melakukan penelitian. Model PjBL ini juga memberikan peluang peserta didik berkerja pada waktu yang panjang yang sudah ditetapkan serta akan menciptakan suatu produk (Rampling dkk, 2022).

PjBL yaitu model yang dapat membantu peserta didik belajar mengenai dunia di sekitar dengan mengatur proyek seputar dunia nyata. Dengan aktivitas ini peserta didik dapat belajar tentang sebagian-sebagian informasi berbeda yang akan membentuk pengetahuan peserta didik, kemudian menggunakan kemampuan tersebut untuk menyajikan informasi dengan berbagai cara yang berbeda (Febriani dkk, 2023). Menurut Mutawally (2021) menyebutkan PjBL merupakan suatu proyek yang dilakukan untuk mendalami ilmu pengetahuan dan kemampuan peserta didik yang dapat didapatkan melalui pemberian suatu masalah pada peserta didik yang nantinya akan diselesaikan memakai sebuah proyek terkait materi dan kompetensi yang dikuasai peserta didik.

Merujuk pada gagasan ahli, dapat disimpulkan model PjBl yaitu model belajar berbasis proyek yang menghasilkan produk. Pembelajaran ini berfokus pada peserta didik yang akan membantu peserta didik dalam meningkatkan hasil belajar. Berlandaskan oleh beberapa hal yang dapat membangun kemampuan peserta didik untuk dapat berpikir praktis. Model PjBL akan membantu peserta didik dalam mencapai kemampuannya tersebut melalui melaksanakan perancangan, pemecahan permasalahan, menyusun sebuah keputusan dalam melakukan riset.

Ariyanto dkk (2022) mengemukakan kelebihan model pembelajaran Project Based Learning (PjBL):

1. Memberi rasa bebas untuk peserta didik melaksanakan perencanaan aktivitas belajar
2. Melaksanakan proyek kolaboratif serta pada akhir proyek akan menghasilkan produk yang dapat di presentasikan kepada orang lain
3. Peserta didik terlibat aktif dalam belajar sehingga dapat meningkatkan kerja ilmiah peserta didik
4. Pendidik berperan sebagai fasilitator dan evaluator

Proses serta produk hasil peserta didik berkerja dan belajar mencakup *outcome* yang bisa disajikan berdasarkan hasil proyek yang diselesaikan oleh peserta didik. Berdasarkan penjelasan diatas mengenai kelebihan dari penerapan model PjBL dapat dijadikan sebagai tolak ukur dalam pelaksanaan penerapann model PjBL.

Kelebihan tersebut dapat menjadi acuan pendidik untuk memberi dukungan kepada peserta didik belajar dalam menyelesaikan masalah serta membuat proyek dan memberi hasil produk yang bisa diperkenalkan untuk orang lain.

Ariyanto dkk (2022) menyebutkan kekurangan model belajar Project Based Learning (PjBL) mencakup:

1. Menambah beban tugas bagi peserta didik
2. Pengerjaan proyek memakan waktu yang lebih banyak
3. Memberi pengalaman negatif yang disebabkan oleh ketidakramahan setiap anggota kelompok peserta didik
4. Kesulitan membangun kekompakan serta kerjasama antar peserta didik.
5. Kurang pengalaman pada peserta didik yang mengakibatkan ketidakpercayaan diri dalam menyampaikan hasil belajar mandiri.

Berdasarkan pernyataan diatas model PjBL memiliki beberapa masalah yang akan ditemui pada saat penerapan model PjBL seperti guru akan bertindak guna memberi *stimulus* untuk peserta didik yang menjadikannya dapat melaksanakan mekanisme belajar secara mandiri, menciptakan wawasan sendiri serta memperluas kreativitasnya secara berkelompok.

Nirmayani dan Dewi (2021) menyebutkan langkah model pembelajaran PjBL yaitu 6 tahapan:

Tabel 1. Sintaks *Project Based Learning*

No.	Sintaks	Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik
1.	Pertanyaan mendasar dan penentuan proyek	Guru memfasilitasi peserta didik mengemukakan pertanyaan terkait topik Belajar	Peserta didik bertanya sebagai bahan belajar membuat proyek
2.	Perancangan langkah menyelesaikan proyek	Guru memberi fasilitas peserta didik untuk merencanakan tahapan kegiatan menyelesaikan proyek serta pada pengelolaannya	Peserta didik mendesain langkah aktivitas penyelesaian proyek serta pengelolaannya
3.	Merancang jadwal	Guru membimbing dalam menyusun jadwal melaksanakan proyek	Peserta didik melaksanakan kegiatan yang sudah dijadwalkan

	melaksanakan proyek		
4.	Penyelesaian proyek dengan difasilitasi monitoring guru	Guru memfasilitasi peserta didik dan memantau kemajuan proyek yang dilaksanakan	Peserta didik melangsungkan desain proyek yang sudah disusun
5.	Menyusun laporan serta penampilan hasil proyek	Guru memberi fasilitas bagi peserta didik menyusun laporan serta melaksanakan penilaian hasil produk	Peserta didik Menyusun laporan kemudian mempresentasikan dan mempublikasikan produk
6.	Evaluasi	Guru serta peserta didik melaksanakan refleksi pada kegiatan belajar yang sudah berlangsung	Peserta didik melaksanakan refleksi pada kegiatan serta hasil tugas proyek.

Merujuk pada penjelasan mengenai tahapan model belajar PjBL disimpulkan bahwa penerapan model PjBL memberi dampak positif bagi pembelajaran peserta didik karena meningkatkan daya berpikir peserta didik, membuat peserta didik aktif serta mengajarkan peserta didik dapat menghadapi masalah dan meningkatkan hasil belajar di sekolah.

2.2 Kemampuan Berpikir Kritis

Greenstein (2012) mengemukakan berpikir kritis mencakup konsep analisis informasi, memakai strategi pada pemutusan, kesiapan memberikan pertimbangan ide, mencetuskan pertanyaan logis, menyusun kesimpulan, evaluasi bukti, pengujian kesimpulan, menyusun penilaian yang akurat, serta analisis asumsi. Berpikir kritis diklasifikasikan beberapa jenis diantaranya sebagai berikut berpikir logis analitis, sistematis, kritis serta kreatif. Berpikir kritis bisa mencapai kemampuan dalam berpikir tingkat tinggi. Hal tersebut menjadikan berpikir kritis menjadi potensi yang dapat melihat perbandingan dua maupun lebih informasi serta dapat menyimpulkan melalui analogi, kejelasan dan evaluasi berdasarkan hal yang didapat dari proses berpikir (Crismasanti & Yuniarta, 2017).

Krulik & Rudnick dalam (Retno Winarti dkk, 2018) umumnya, keterampilan berpikir terdiri atas empat tingkat, yaitu: menghafal (*recall thinking*), dasar (*basic thinking*), kritis (*critical thinking*) serta kreatif (*creative thinking*). Merujuk pada

level berpikir melebihi tingkatan berpikir hingga berpikir kritis berupa level berpikir kritis 0, level berpikir kritis 1 level berpikir kritis 2 serta level berpikir kritis 3. Level berpikir paling rendah yaitu 0 merupakan kemampuan menghafal yang mencakup kemampuan yang otomatis serta refleksif (Khasanah, 2017). Khasanah (2017) menyebutkan bahwa kemampuan berpikir kritis tersebut dapat dilakukan penilaian adapun tujuan dilakukan penilaian dalam berpikir kritis mencakup:

1. Untuk menganalisa level kemampuan berpikir kritis peserta didik.
2. Memberi umpan balik terhadap peserta didik tentang kemampuan berpikir kritis yang dimiliki masing-masing individu.
3. Memberi peserta didik dukungan untuk menjadi pemikir kritis yang lebih baik.
4. Memberikan informasi pada pendidik terkait usaha pendidik mengajar kemampuan berpikir kritis kepada peserta didik.
5. Melakukan penelitian pembelajaran kemampuan berpikir kritis dan masalahnya.

Mengacu pada definisi dan tujuan berpikir kritis berpikir kritis dapat disimpulkan bahwa berpikir kritis yaitu potensi peserta didik pada peningkatan pemahaman konsep serta pemecahan permasalahan pembelajaran. Hal tersebut terdapat beberapa indikator yang diklasifikasikan atas aktivitas menurut Ennis dalam (Crismasanti & Yuniarta, 2017), meliputi: (1) Memberi pemaparan sederhana (*elementary clarification*); (2) menciptakan keterampilan dasar (*basic support*); (3) Menyimpulkan (*inference*); (4) Menyusun pemaparan lanjutan (*advanced clarification*) ; (5) Merancang taktik serta strategi (*strategy and tactics*). Indikator pada masing-masing tahapan bisa dicermati di Tabel 1.

Tabel 2. Indikator Kemampuan Berpikir Kritis

Langkah	Kemampuan Berpikir Kritis	Indikator
1.	Memberi pemaparan sederhana (<i>elementary clarification</i>)	1. Fokus pada pertanyaan 2. Melaksanakan analisis argumen

		3. Memberi pertanyaan serta jawaban pertanyaan klarifikasi
2.	Membangun kemampuan dasar (<i>basic support</i>)	4. Mengevaluasi kredibilitas sumber informasi 5. Mencermati dan meninjau hasil observasi yang dilaksanakan
3.	Menyimpulkan (<i>inference</i>)	6. Membuat deduksi dan mempertimbangkan hasil deduksi 7. Membuat induksi dan mempertimbangkan hasil induksi 8. Membuat dan mempertimbangkan nilai keputusan
4.	Menyusun pemaparan lebih lanjut (<i>advanced clarification</i>)	9. Memaparkan istilah serta pertimbangan definisi 10. Menganalisis asumsi
5.	Strategi dan taktik (<i>strategy and tactics</i>)	11. Menentukan tindakan 12. Melaksanakan interaksi dengan orang lain

(Sumber: Ennis dalam (Crismasanti & Yuniarta, 2017)

2.3 Kemampuan Berkolaborasi

Kolaborasi menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia yaitu tindakan kerja sama, sedangkan berkolaborasi adalah melakukan tindakan saling berkerja sama. Kemampuan kolaborasi adalah kemampuan peserta didik bekerja sama pada penyelesaian permasalahan (Putri dkk, 2018). Selain itu pendapat lain dari Abdulsyani dalam Rahayu dkk (2019) menyebutkan bahwa kolaborasi adalah bekerja bersama dalam meraih tujuan bersama dimana hal tersebut menandakan bahwa sebuah mekanisme sosial yang paling fundamental. Kolaborasi dibangun diatas kemampuan komunikasi yang efektif dengan menempatkannya interpersonal. Tidak hanya sekedar berkerja sama kolaborasi merupakan kemampuan untuk belajar merencanakan dan berkerja sama dalam mempertimbangkan perspektif yang beragam dengan mendengarkan secara aktif dan menanggapi dengan hormat, berpratisipasi dalam wacana dengan berkontribusi untuk mengekspresikan ide dan mengkomunikasinnnya, mendengarkan dan mendukung orang lain (Greenstein, 2012)

Kolaborasi dalam proses pembelajaran yaitu wujud kerjasama satu dengan yang lainnya untuk saling memberi bantuan serta melengkapi untuk melaksanakan tugas yang telah ditentukan agar mencapai tujuan yang sudah ditetapkan.

Kolaborasi mencakup pembagian tugas, dimana peserta didik mengerjakan pekerjaan yang di berikan dalam pembelajaran untuk tercapainya tujuan bersama (Dan & Menengah, 2017:8). Kolaborasi dijadikan sebagai kemampuan yang penting dalam tercapainya hasil belajar yang efektif (Wati, 2022). Kemampuan kolaborasi terdiri atas beberapa aspek, antara lain berkerja secara produktif, menghormati orang lain, kompromi dan bertanggung jawab (Yunus, 2023). Dengan demikian kemampuan berkolaborasi adalah keterampilan yang hendaknya dikuasai peserta didik untuk menyelesaikan tugas belajar secara bersama-sama dengan cara bertukar prespektif dan menyelesaikan tugas secara efektif untuk mencapai tujuan pembelajaran.

Greenstein (2012) menyebutkan peserta didik yang berkemampuan kolaborasi bisa ditinjau berdasarkan perilakunya yang memperlihatkan indikator kemampuan berkolaborasi. Indikator menilai kolaborasi peserta didik meliputi:

Tabel 3. Indikator Kemampuan Berkolaborasi

Indikator	Keterangan
Berkerja secara Produktif	Peserta didik bisa memanfaatkan waktu secara efesien agar senantiasa fokus pada tugas serta menyelesaikan pekerjaannya sesuai dengan kebutuhan.
Berkontribusi secara aktif	Peserta didik mengikuti arahan dalam pengerjaan tugas dan memberi saran, ide, juga solusi pada saat berdiskusi maupun mengikuti petunjuk pengerjaan tugas.
Bertanggung jawab	Peserta didik menindaklanjuti tugas yang diberikan dan menyelesaikannya tepat waktu.
Menunjukkan fleksibilitas	Peserta didik berkerja secara fleksibel untuk mencapai tujuan bersama dengan melaksanakan kompromi pada tim dalam penyelesaian persoalan.
Menghargai orang lain	Peserta didik dengan penuh perhatian mendengar serta berdiskusi mengenai ide yang disampaikan.

Sumber: (Greenstein, 2012)

2.4 Materi Bioteknologi

Bioteknologi berasal dari kata *bio* (hidup), *tekno* (teknologi), serta *logos* (ilmu) yang maknanya ilmu yang mengkaji penerapan prinsip biologi. Bioteknologi merupakan suatu teknologi yang menggunakan dan memanfaatkan sistem hayati untuk mendapatkan barang dan jasa yang berguna bagi kesejahteraan manusia yang terbagi menjadi dua jenis yaitu bioteknologi konvensional dan modern. (Sofyana, 2023)

Materi bioteknologi dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dalam mengintegrasikan ilmu biologi dan teknologi (Febriani dkk., 2023). Bioteknologi yaitu bidang yang memperlihatkan beragam ilmu pengetahuan misalnya biologi biokimia, kimia, molekuler, imunologi, mikrobiologi serta genetika. Merujuk pada pengertian tersebut dapat disimpulkan bahwa bioteknologi yaitu penerapan dari aplikasi yang berdasarkan beragam teknik yang memanfaatkan organisme serta bahan lain yang nantinya memunculkan sebuah produk yang memberi manfaat untuk kelangsungan hidup manusia.

Bioteknologi pada jenjang pendidikan SMA diajar pada kelas X semester genap yang tercantum pada capaian pembelajaran fase E dimana peserta didik berkemampuan memahami sistem untuk mengukur, energi alternatif, ekosistem keanekaragaman hayati, reaksi kimia, struktur atom, hukum dasar kimia, serta perubahan iklim maupun responsif dan mampu memberi peran aktif untuk menyelesaikan masalah yang ada dalam isu lokal maupun global, seluruh upaya tersebut terarah dalam pencapaian tujuan pembangunan secara berkelanjutan (Sustainable Development Goals/SDGs).

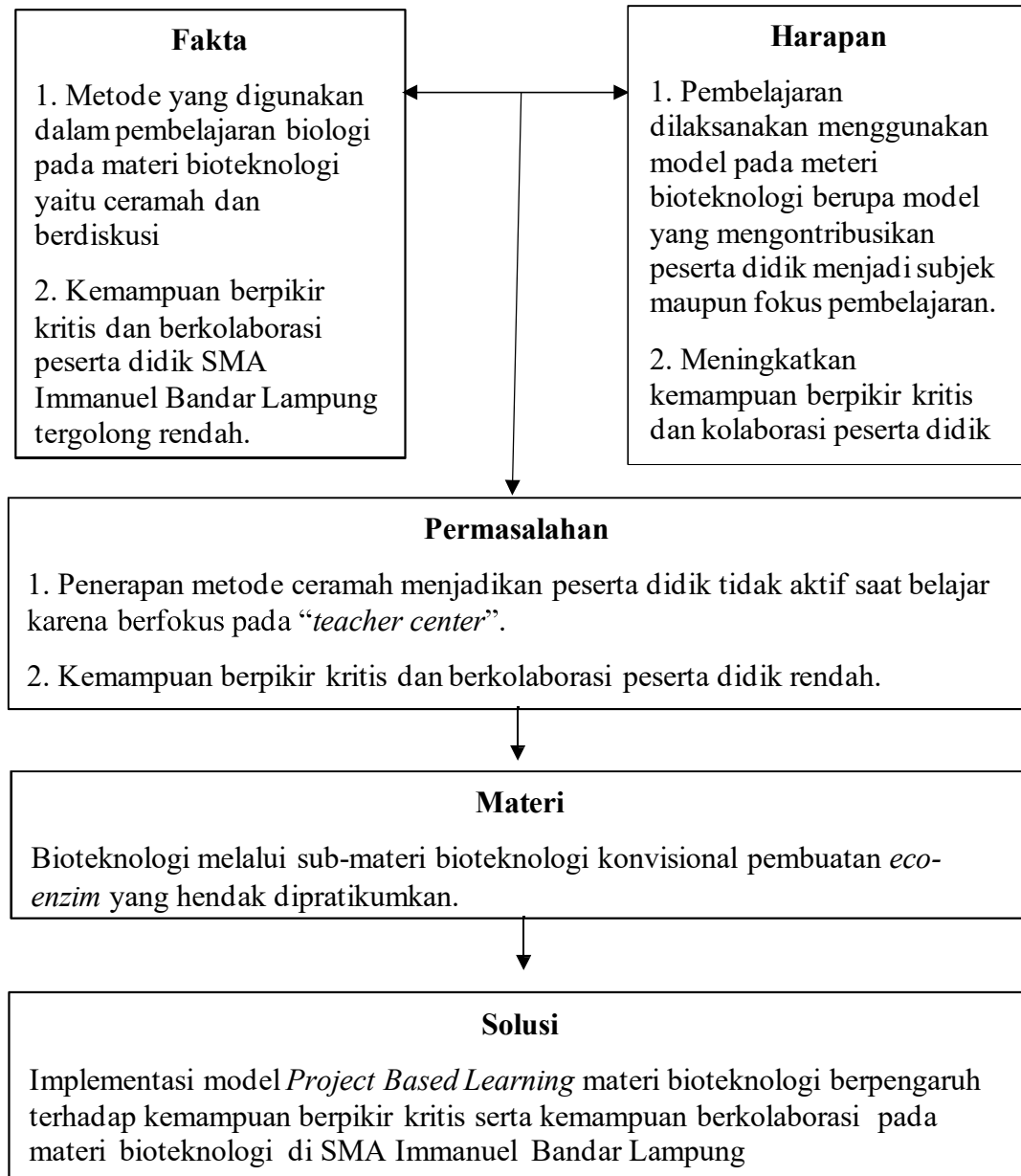
Tabel 4. Keluasan dan Kedalaman Materi Bioteknologi

Keluasan	Kedalaman
Pemahaman IPA	
Konsep Bioteknologi	Defenisi Bioteknologi
	Jenis bioteknologi
	• Bioteknologi Konvensional • Bioteknologi Modern

	Peranan mikroorganisme dalam bioteknologi
Peranan Bioteknologi pada kehidupan	bioteknologi pada beragam bidang kehidupan manusia • Bidang pangan • Bidang pertanian • Bidang kesehatan • Bidang peternakan
	Dampak peranan bioteknologi dalam kehidupan manusia
Kemampuan Proses	
Menghasilkan produk bioteknologi konvensional	Membuat olahan produk bioteknologi konvensional yang terdapat dilingkungan peserta didik

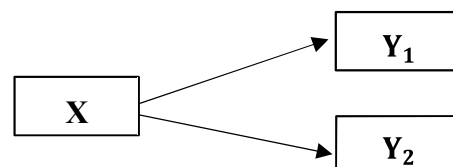
2.5 Kerangka Berpikir

Berdasarkan kajian pustaka yang telah dikemukakan dalam meraih kompetensi yang diharapkan, maka pemilihan pembelajaran penting untuk dilaksanakan. Memilih model belajar tersebut sangat berdampak dalam proses belajar peserta didik pada pemahaman materi-materi yang disampaikan pendidik. Satu di antara model yang dapat diterapkan oleh pendidik dalam mengajar bioteknologi yaitu PjBL model pembelajaran yang mengontribusikan peserta didik untuk membuat proyek berkelompok dalam menyelesaikan suatu masalah bersama dengan menghasilkan sebuah produk pada akhir pembelajaran. Pemilihan model disesuaikan pada kebutuhan pembelajaran peserta didik agar dapat membangun kemampuan berpikir kritis dan berkolaborasi yaitu model PjBL. Dengan model tersebut dapat menciptakan pembelajaran yang bermakna dalam menyelesaikan sebuah proyek dengan penuh tanggung jawab.



Gambar 1. Bagan Kerangka Berpikir

Adapun keterkaitan antar variabel pada penelitian ini dijabarkan pada bagan:



Gambar 2. Hubungan antar variabel bebas dan variabel terikat

Keterangan:

- X : Variabel bebas (model PjBL)
 Y₁ : Variabel terikat (kemampuan berpikir kritis peserta didik)
 Y₂ : Variabel terikat (kemampuan berkolaborasi peserta didik)

2.6 Hipotesis Penelitian

Merujuk pada landasan teori dan kerangka pikir di atas maka hipotesis penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. H₀ : Penerapan model PjBL tidak terdapat pengaruh secara signifikan pada peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi bioteknologi kelas X SMA Immanuel.
 H₁ : Penerapan model PjBL terdapat pengaruh secara signifikan pada peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi bioteknologi kelas X SMA Immanuel.
2. Terdapat pengaruh model PjBL kemampuan berkolaborasi peserta didik pada materi bioteknologi kelas X SMA Immanuel.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di SMA Swasta Immanuel Bandar Lampung pada semester genap tahun 2024/2025. Penelitian berlangsung dalam waktu tiga kali pertemuan pembelajaran. Tempat pelaksanaan penelitian SMA Swasta Immanuel, Teluk Betung Utara, Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung.

3.2 Populasi dan Sampel

Populasi penelitian yaitu semua peserta didik kelas X SMA Swasta Immanuel Bandar Lampung tahun ajaran 2024/2025. Adapun jumlah kelas X tersebar dalam 4 kelas. Kemudian, dari populasi tersebut pengambilan sampel dilaksanakan dengan memakai teknik *purposive sampling* yaitu mengambil sampel sebagai sumber data dengan mempertimbangkan hal tertentu yang sesuai ciri khas yang ditentukan yang dinilai memiliki keterkaitan antara ciri dari populasi yang hendak dikaji. Dari populasi tersebut diambil dua kelas berupa kelas X.1 dan X.2. Peserta didik kelas X.2 mencakup 22 peserta didik sebagai kelas eksperimen serta X.1 mencakup 22 peserta didik sebagai kelas kontrol.

3.3 Desain Penelitian

Penelitian menggunakan desain eksperimental semu (*quasi experimental*) tipe *non-equivalent control group design* (desain *pretest-posttest* kelompok *non-equivalent*). Peneliti menetapkan dua kelompok subyek yang sedapat mungkin tidak terdapat perbedaan kondisi yang berarti. Dalam desain kuasi-eksperimen, subjek tidak ditempatkan ke dalam kelompok secara acak. Mereka sudah

tergabung dalam kelompok tertentu sebelum penelitian dimulai. Peneliti menggunakan dengan utuh kelompok subjek yang ditetapkan (Hasnunidah, 2017:43). Gambaran struktur desain penelitian ini dicantumkan di tabel 5.

Tabel 5. Desain Penelitian *pretest-posttest* kelompok *non-equivalent*

Kelompok	<i>Pretest</i>	Perlakuan	<i>Posttest</i>
E	Y1	X1	Y2
C	Y2	X2	Y2

(Sumber: Hasnunidah, 2017:43)

Keterangan:

- E = Kelompok eksperimen tidak dipilih acak
- C = Kelompok kontrol tidak dipilih acak
- Y1 = *Pretest*
- Y2 = *Posttest*
- X1 = Kelas perlakuan model PjBL
- X2 = Kelas perlakuan metode ceramah serta diskusi

3.4 Prosedur Penelitian

Penelitian dilaksanakan dalam tiga tahapan berupa tahap awal, tahap pelaksanaan, dan tahap akhir. Penjabaran dari ketiga tahap tersebut adalah sebagai berikut:

1. Tahap awal

Di tahap awal, kegiatan yang berlangsung sebagai berikut:

- a. Melakukan obeservasi awal pada sekolah penelitian dengan tujuan untuk meninjau keadaan sekolah serta melihat gambaran proses pembelajaran IPA di sekolah tersebut.
- b. Menentukan populasi dan sampel penelitian. Sampel yang digunakan 2 kelas yaitu kelas kontrol dan kelas eksperimen.
- c. Menyusun perangkat pembelajaran yang terdiri dari ATP, modul ajar, LKPD, lembar *pretest – posttest* serta rubrik penilaian dipakai menjadi acuan penilaian peserta didik.

- d. Menyiapkan instrumen observasi kemampuan kolaborasi serta mengamati kemampuan kolaborasi siswa sebelum pelaksanaan penelitian.

2. Tahap Pelaksanaan

Pada tahap pelaksanaan, kegiatan yang dilaksanakan sebagai berikut:

1) Kelas Eksperimen

- a. Memberikan *pretest* guna meninjau keterampilan berpikir kritis sebelum diberi perlakuan.
- b. Memberikan perlakuan yaitu melalui penerapan model PjBL pada materi bioteknologi.
- c. Memberikan *posttest* guna meninjau peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik sesudah mendapat perlakuan.
- d. Melaksanakan observasi pada peningkatan kemampuan kolaborasi peserta didik memakai lembar observasi yang disusun serta digunakan peneliti.
- e. Melaksanakan analisis pada kemampuan kolaborasi pada saat proses belajar.
- f. Mengamati serta mengevaluasi *pretest-posttest* peserta didik dalam pembelajaran guna mengevaluasi keterampilan berpikir kritis.

2) Kelas Kontrol

- a. Melaksanakan *pretest* terkait materi bioteknologi.
- b. Melaksanakan pembelajaran memakai metode ceramah
Melaksanakan observasi terkait kenaikan kemampuan kolaborasi peserta didik memakai lembar observasi yang dilaksanakan observer.
- c. Melaksanakan analisis pada kemampuan kolaborasi saat pembelajaran.
- d. Melaksanakan *posttest* terkait materi bioteknologi.

3. Tahap Akhir

Di tahap akhir, aktivitas yang dilaksanakan sebagai berikut:

Mengelolah data hasil *pretest* serta *posttest* terkait hasil evaluasi guna meninjau kemampuan berpikir kritis serta menganalisis hasil data lembar pengamatan kemampuan kolaborasi.

- a. Menganalogikan hasil analisis data sebelum perlakuan serta sesudah perlakuan guna menetapkan apakah ada perbedaan potensi berpikir kritis serta kolaborasi pembelajaran strategi PjBL serta metode diskusi.
- b. Memberi kesimpulan sesuai hasil dan pembahasan data yang didapat.

3.5 Jenis dan Teknik Pengambilan Data

Adapun jenis serta teknik pengambilan data di dalam penelitian sebagai berikut:

1. Jenis data

Jenis data penelitian berwujud kualitatif serta kuantitatif:

- a. Data kualitatif
Data kualitatif pada penelitian ini berupa lembar observasi kemampuan kolaborasi peserta didik selama pembelajaran.
- b. Data kuantitatif
Data kuantitatif pada penelitian yaitu data penilaian kemampuan berpikir kritis pada materi bioteknologi yang diperoleh dari nilai *pretest* dan *posttest*.

2. Teknik Pengambilan Data

Teknik yang dipakai mengumpulkan data penelitian sebagai berikut:

- a. Tes
Tes yang dipakai pada penelitian berupa uraian bebas guna meninjau kemampuan berpikir kritis. Tes akan diberi untuk peserta didik pada kelas eksperimen maupun kontrol. Data hasil belajar peserta didik kelas eksperimen maupun kontrol dikumpulkan memakai *pretest* dan *posttest*. Nilai *pretest* akan diperoleh pada awal pertemuan pertama setiap kelas untuk mengukur kemampuan awal peserta didik pada materi yang akan dipelajari sedangkan *posttest* akan diperoleh pada akhir pertemuan setiap kelas.

Materi yang digunakan sebagai pembuatan tes adalah bioteknologi dengan capaian pembelajaran peserta didik memiliki kemampuan memahami bioteknologi dan dapat berperan aktif dalam menyelesaikan masalah pada isu-isu lokal pada tahun pelajaran 2024/2025. Data nilai *pretest*, *posttest*, serta *N-gain* ditampilkan pada tabel tabulasi. Lalu untuk membandingkan nilai *pretest*, *posttest*, serta *N-gain* kelas kontrol serta dilaksanakan tabulasi rerata nilai *pretest*, *posttest*, serta *N-gain* kelas di tabel 6:

Tabel 6. Tabulasi Data Nilai *Pretest*, *Posttest*, dan *N-gain*

Nama Peserta didik	Nilai <i>pretest</i>	Nilai <i>posttest</i>	Rata-rata	<i>N-gain</i>
1.				
2.				
Dst.				
$\bar{X} \pm Sd$				

Keterangan: $\bar{x}$ = Rata-rata; *Sd* = Standar deviasi

Perhitungan rata-rata nilai akhir hasil belajar menggunakan rumus:

$$\text{Rerata nilai } pretest \text{ peserta didik} = \frac{\sum \text{nilai } pretest}{\sum \text{peserta didik}} \times 100$$

$$\text{Rerata nilai } posttest \text{ peserta didik} = \frac{\sum \text{nilai } posttest}{\sum \text{peserta didik}} \times 100$$

$$\text{Rerata } N\text{-gain peserta didik} = \frac{\sum N\text{-gain}}{\sum \text{peserta didik}}$$

Tabel 7. Perbandingan Nilai *Pretest*, *Posttest*, dan *N-gain*

No.	Kelas	$\bar{X} \pm Sd$		<i>N-gain</i>	Intepetasi <i>N-gain</i>
		<i>pretest</i>	<i>posttest</i>		
1.					
2.					

Keterangan: $\bar{x}$ = Rata-rata; *Sd* = Standar deviasi

b. Lembar observasi kemampuan kolaborasi

Lembar observasi dipakai dalam memberi deskripsi serta kemampuan berkolaborasi peserta didik sesuai aktivitas diskusi yang akan dilakukan saat proses pembelajaran. Fokus penelitian diamati dengan melihat kemampuan peserta didik dalam berkerja sama. Lembar kemampuan kolaborasi peserta didik diukur melalui skala likert.

Skala likert dengan poin tanggapan 4, 3, 2 dan 1 untuk mengukur tanggapan sangat setuju (SS), setuju (S), tidak setuju (TS) dan sangat tidak setuju (STS). Penilaian pada instrumen yang didesain guna meninjau kemampuan kolaborasi peserta didik dilaksanakan oleh pengamat pada instrumen tersebut sebelum dilaksanakan. Kondisi ini memiliki tujuan meninjau validitas instrumen yang dipakai sesuai atau tidaknya indikator kolaborasi yang diukur serta bahasa yang dipakai pada lembar observasi.

Tabel 8. Lembar Observasi Kemampuan Kolaborasi

No.	Nama	Skor Aspek Kolaborasi Peserta Didik					Skor	Presentase	Kriteria
		A	B	C	D	E			
1.									
2.									
Dst.									

Keterangan : A: Berkerja secara Produktif, B: Berkontribusi secara aktif, C: Bertanggung jawab, D: Menunjukkan Fleksibilitas, E: Menghargai orang lain

Nilai presentase potensi kolaborasi diperhitungkan memakai formula:

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

Keterangan :

$\bar{x}$ = rerata skor kolaborasi peserta didik

$\sum x_i$ = jumlah skor kolaborasi yang didapat,

n = jumlah skor kolaborasi maksimum.

Skor pencapaian kemampuan kolaborasi peserta didik terbagi pada kriteria:

Tabel 9. Kriteria kemampuan kolaborasi

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

Sumber: Dimodifikasi dari (Widoyoko & Rinawati, 2012)

Analisis data kemampuan kolaborasi yang dipakai dalam penelitian ini berupa nilai observasi di pertemuan akhir baik kelas eksperimen maupun kontrol. Kondisi ini disebabkan hasil observasi awal sebelum penelitian. Memperllihatkan kemampuan kolaborasi kelas eksperimen serta kontrol ada dalam kondisi sama maupun setara. Penerapan PjBL disebut memberi dampak bila rerata kemampuan kolaborasi peserta didik kelas eksperimen lebih tinggi dibanding kelas kontrol

Tabel 10. Rubrik Penilaian Aspek Kolaborasi Peserta didik

Aspek yang Diamati	Skor Penilaian			
	1	2	3	4
Berkerja secara produktif	Tidak bekerja sama secara efisien dan hanya berfokus pada diri sendiri dalam penyelesaian masalah tugas	Berkerja sama secara efisien di dalam kelompok namun tidak semua berkontribusi dalam menyelesaikan tugas.	Berkerja sama dengan efisien dan tetap fokus dalam penyelesaian tugas sesuai dengan kebutuhan secara berkelompok	Berkerja sama dengan sangat efisien di dalam kelompok dengan memberikan seluruh perhatian pada kelompok untuk menghasilkan penyelesaian tugas yang maksimal

				dan melaksanakan kegiatan lainnya di dalam kelompok.
Berkontribusi secara aktif	Tidak mengikuti arahan dalam pengerjaan tugas dan tidak memberikan saran, ide, solusi pada saat berdiskusi maupun mengikuti petunjuk pengerjaan tugas	Mengikuti arahan dalam pengerjaan tugas namun tidak berkontribusi secara aktif dalam memberikan ide, saran dan solusi dalam pengerjaan tugas	Mengikuti arahan dalam pengerjaan tugas dan memberikan saran, ide, juga Solusi pada saat berdiskusi dalam pengerjaan tugas	Mengikuti arahan dan berkontribusi sangat aktif dalam memberikan saran, ide dan juga Solusi dalam pengerjaan tugas
Bertanggung jawab	Tidak bertanggung jawab dalam menindak lanjuti tugas dan menyelesaikan tepat Waktu	Sekelompok individu menindaklanjuti tugas dan menyelesaikan tepat waktu	Bertanggung jawab dalam menindaklanjuti tugas dan menyelesaikan tugas secara tepat waktu	Sangat bertanggung dalam menindaklanjuti tugas dan menyelesaikan tugas secara tepat waktu
Menunjukkan Fleksibilitas	Tidak dapat berkontribusi serta menyesuaikan kelompok	Dapat berkontribusi maupun menyesuaikan kelompok	Dapat berkontribusi atau beradaptasi di dalam kelompok	Semua berkontribusi dan beradaptasi secara fleksibel dalam kelompok untuk mencapai tujuan bersama
Menghargai Orang lain	Tidak memberikan perhatian	Sekelompok individu hanya memberikan	Memberikan penuh perhatian	Semua anggota memberikan

	mendengarkan dan mendiskusikan ide-ide yang disampaikan.	sedikit perhatian dalam mendengarkan ide-ide yang disampaikan	mendengarkan dan mendiskusikan ide-ide yang disampaikan	n seluruhh perhatiannya dalam mendengarkan dan mendiskusikan ide-ide yang disampaikan
--	--	---	---	---

Sumber: (Greenstein, 2012)

c. Angket Tanggapan Peserta Didik

Angket tanggapan peserta didik diukur dengan menggunakan skala likert dengan poin tanggapan 4,3,2 dan 1 untuk mengukur tanggapan sangat setuju (SS), setuju (S), tidak setuju (TS) serta sangat tidak setuju (STS)

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Total skor}}{\text{Skor maksimal}} \times 100$$

Tabel 11. Kategori Angket Tanggapan Peserta Didik

Presentase	Kriteria
76%-100%	Sangat Baik
51%-75%	Baik
26%-50%	Kurang baik
0%-25%	Tidak Baik

Tabel 12. Rubrik Angket Tanggapan Peserta Didik

NO.	Pertanyaan	STS	TS	S	SS
1.					
2.					
dst					

3.6 Uji Instrumen Data

Sebelum instrument dipakai pada sampel, instrumen hendaknya dilaksanakan uji dahulu memakai uji validitas instrumen dan uji realibilitas instrumen. Uji coba

instrument ini nantinya terlihat butir soal yang sah serta yang gugur. Butir soal yang gugur tidak akan diujikan dalam penelitian yang sebenarnya.

1. Uji Validitas

Uji validitas yaitu menguji derajat kesesuaian antara data yang ada pada objek penelitian serta data yang dilaporkan peneliti (Sugiyono, 2019). Validitas penelitian terkait dengan seberapa jauh peneliti mengukur hal yang harus diukur. Validitas penelitian kuantitatif memiliki akar pada sudut pandang empirisme yang fokus pada bukti, kebenaran, objektivitas, serta data numerik. Uji pada penelitian ini memakai uji ahli validitas soal.

Mekanisme validasi instrumen penelitian berpikir kritis dinilai satu validator, yaitu dosen ahli pendidikan. Penilaian yang diberi validator didapat berdasarkan lembar validasi mencakup aspek penilaian materi, bahasa, konstruksi soal serta aspek berpikir kritis. Prosedur mengisi lembar validasi berupa validator memberi skor 1 hingga 4 di setiap butir soal pada setiap aspek. Validator dapat memberi saran serta catatan komentar untuk memperbaiki pada kolom yang sudah disediakan penulis.

Tabel 13. Lembar Validasi Soal

No.	Indikator Penilaian	Skala Nilai			
Penilaian Isi (<i>Content</i>)		1	2	3	4
1.					
Dst					
Penilaian Konstruk					
1.					
Dst					
Penilaian Bahasa					
1.					
Dst					

(Sumber: Suhardi, 2022)

3.7 Teknik Analisis data

1. Kemampuan Berpikir Kritis

Pengolahan data dilaksanakan sesudah mendapat data nilai dari *pretest* serta *posttest* kelas eksperimen serta kontrol, berikutnya hasil tes dinilai dengan

memakai teknik penskoran. Merujuk pada gagasan (Sumaryanta, 2015) sebagai berikut:

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

Keterangan :

a = Jumlah skor perolehan yang dijawab

b = Jumlah skor maksimal tes

Hasil *pretest* dan *posttest* yang telah didapatkan selanjutnya dilaksanakan perhitungan *N-gain* hal ini dilaksanakan guna meninjau kenaikan peserta didik dalam berpikir kritis pada materi bioteknologi kelas X. Uji *N-gain* dapat dihitung memakai rumus:

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

Skor *N-gain* yang didapat berikutnya dicocokkan pada tabel kriteria kenaikan:

Tabel 14. Kriteria Uji *N-gain*

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

Sumber : (Wijaya dkk, 2021)

a. Uji Normalitas

Uji normalitas dilaksanakan guna meninjau sebaran data yang didapat saat penelitian. Normalitas data dilaksanakan memakai aplikasi program SPSS dengan uji saphiro-wilk, berupa pedoman mengambil keputusan sesuai angka signifikansi yang didapat di hasil perhitungan yaitu bila angka signifikansi $\alpha > 0,05$ data berdistribusi normal, bila angka signifikansi $\alpha < 0,05$ data berdistribusi tidak normal.

b. Uji Homogenitas

Uji homogenitas memiliki tujuan meninjau apakah sebuah sampel yang memiliki jumlah dua maupun lebih bervariasi sama. Uji ini digunakan statistik parametrik. Data uji homogenitas untuk meninjau ragam populasi data yang diuji sama maupun tidak. Uji homogenitas memakai uji *Levene Test* taraf signifikansi 5% atau $\alpha = 0.05$. Kriteria uji: bila $F_{hitung} < F_{Tabel}$ maupun probabilitasnya $> 0,05$ H_0 diterima. Bila $F_{hitung} > F_{Tabel}$ maupun probabilitasnya $< 0,05$ H_0 ditolak (Sutiarso, 2011)

c. Uji Hipotesis

Uji hipotesis untuk penelitian ini yaitu menggunakan uji *Independent Sample T-test*. Uji T-test memakai bantuan program SPSS *Independent Sample T-test*. Uji-t dilaksanakan guna menganalogikan rerata kelas eksperimen serta kontrol.

a. Hipotesis :

H_0 = Tidak terdapat pengaruh penggunaan belajar PjBL pada kemampuan berpikir kritis peserta didik materi bioteknologi kelas X SMA Immanuel Bandar Lampung

H_1 = Terdapat pengaruh belajar PjBL pada kemampuan berpikir kritis peserta didik materi bioteknologi kelas X SMA Immanuel Bandar Lampung

b. Kriteria Uji

Berdasarkan nilai signifikansi (*Sig.*)

1. Bila angka signifikansi (*Sig.*) $< 0,05$ H_0 ditolak serta H_1 diterima
2. Bila angka signifikansi (*Sig.*) $> 0,05$ H_0 diterima serta H_1 ditolak

d. Uji Pengaruh (Effect Size)

Besar pengaruh penerapan model PjBL terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik dilakukan dengan menggunakan perhitungan *effect size*. *Effect*

size merupakan ukuran besarnya korelasi atau perbedaan, atau efek dari suatu variabel pada variabel lain (Ferguson, 2009). Ukuran ini melengkapi informasi hasil analisis yang disediakan uji signifikansi (Santoso, 2010). Variabel terkait berwujud variabel respon, atau disebut juga variabel independen dan variabel hasil (*outcome variable*), sering disebut variabel dependen. Untuk menghitung *effect size*, dipakai rumus Cohen's :

$$d = \frac{\text{mean kelas eksperimen} - \text{mean kelas kontrol}}{S_{pool}}$$

Keterangan:

d : Nilai effect size

S_{pool} : Standar deviasi

Interpretasi hasil effect size merujuk pada tabel 15:

Tabel 15. Kriteria Interpretasi nilai Cohen's

Effect size	Interpretasi Efektivitas
$0 < d < 0,2$	Kecil
$0,2 < d < 0,8$	Sedang
$d > 0,8$	Besar

Sumber: (Lovakov, 2021)

2. Kemampuan Kolaborasi

Data penilaian kemampuan kolaborasi peserta didik didapat dengan observasi saat proses belajar berjalan. Data itu dianalisis memakai indeks penilaian kolaborasi peserta didik. Langkah yang dilaksanakan dalam memperoleh nilainya:

a. Nilai presentase kemampuan kolaborasi diihitung dengan rumus:

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

Keterangan :

$\sum xi$ = Jumlah skor kolaborasi yang didapat

n = Jumlah skor kolaborasi maksimal

b. Menafsir menentukan presentase penilaian kolaborasi peserta didik sesuai kriteria:

Tabel 16. Kriteria Kemampuan Kolaborasi Peserta Didik

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

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan pada hasil penelitian serta pembahasan, maka dapat disimpulkan:

1. Terdapat pengaruh signifikan penerapan PjBL pada kemampuan berpikir kritis peserta didik kelas X SMA Immanuel Bandar Lampung pada materi bioteknologi.
2. Penerapan PjBL berpengaruh terhadap kemampuan berkolaborasi peserta didik kelas X SMA Immanuel Bandar Lampung pada materi bioteknologi.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, peneliti memberi saran sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya disarankan menekankan pengembangan kemampuan berpikir kritis, khususnya aspek memberi pemaparan lebih lanjut (*advanced clarification*)
2. Peneliti menyarankan agar implementasi model *Project Based Learning* sebaiknya diaplikasikan dengan durasi belajar yang lebih panjang agar proses belajar lebih optimal.
3. Peneliti menyarankan agar produk yang dibuat beragam dan dapat dipantau secara berkala untuk meningkatkan keterlibatan dan kemampuan analisis peserta didik.

DAFTAR PUSTAKA

- Allanta, T. R., & Puspita, L. (2021). Analisis keterampilan berpikir kritis dan self efficacy peserta didik: Dampak PjBL-STEM pada materi ekosistem. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 7(2), 158–170.
- Anugerahwati, M. (2019). Integrating the 6Cs of the 21st Century Education into the English Lesson and the School Literacy Movement in Secondary Schools. *KnE Social Sciences*, 3(10), 165.
- Ariyanto A., Sutama, M. (2022). Pembelajaran Project Based Learning (Pjbl) Untuk. *Jurnal Ilmiah Mitra Swara Ganesha*, 9(2), 101–116.
- Armando, R. (2019). Model Pembelajaran Berbasis Masalah. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Atep, S. (2014). *Dasar-dasar IPA: Konsep dan Aplikasinya* (Julia (ed.); 1st ed.). UPI PRESS.
- Ayubi, A. S., Al, Danial, M., & Sudding, . (2019). Pengembangan Bahan Ajar Elektronik Science Flashbook Mata Pelajaran Ipa Kelas Viii Smp Pada Materi Pokok Partikel. *Chemistry Education Review (CER)*, 2(2), 1.
- BPPDPL. (2018). Pengelolaan Sampah Teluk Lampung. *Penelitian Dan Pengembangan*, 12.
- Chaniago, O. A. B., Maulina, D., Wiono, W. J., & Hernawati, D. (2023). Junior high school students' critical thinking ability in biology learning through Liveworksheet E-LKPD based on scientific approach. *Biosfer: Jurnal Tadris Biologi*, 13(2), 173–182.
- Crismasanti, Y. D., & Yuniarta, T. N. H. (2017). Deskripsi Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas Vii Smp Dalam Menyelesaikan Masalah Matematika Melalui Tipe Soal Open-Ended Pada Materi Pecahan. *Satya Widya*, 33(1), 73.
- Dan, D. P., & Menengah. (2017). *Panduan Implementasi Kecakapan Abad 21 Kurikulum 2013*.
- Fawwaziara, E. S., Rahmawati, C., & Dewi, N. R. (2024). Peningkatan Keterampilan Kolaborasi Peserta Didik Melalui Model PBL Berbasis Culturally Responsive Teaching pada Pembelajaran IPA Kelas VII-A SMP N 13 Semarang. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Dan Penelitian Tindakan Kelas*, 415–424.

- Febriani, A., Ningsih, W., Ummi, D., Hidayat, F., & Hazirin, T. H. (2023). *Pengaruh Penerapan Project Based Learning (PjBL) terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA pada Materi Bioteknologi*. 1392–1403.
- Ferguson, C. J. (2009). An Effect Size Primer: A Guide For Clinicians and Reseach. *Professional Psychology: Reseach and Prattice*, 40(5), 532–538.
- Fitriani, R., Surahman, E., & Azzahrah, I. (2019). Implementasi Pembelajaran Berbasis Proyek Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Quagga : Jurnal Pendidikan Dan Biologi*, 11(1), 6.
- Greenstein, L. (2012). *Assessing 21st Century Skills: A Guide to Evaluating Mastery and Authentic Learning*. Corwin Press.
- Handayani, P. (2019). Keefektifan Project Based Learning (PjBL) Bermuatan Etnosains Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa SD.
- Hasnunidah, N. (2017). *Metodologi Penelitian Pendidikan* (1st ed.). Media Akademi.
- Hidayati, A. R., Fadly, W., & Ekapti, R. F. (2021). Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Pembelajaran IPA Materi Bioteknologi. *Jurnal Tadris IPA Indonesia*, 1(1), 34-48.
- Ilmiah, A. J., & Madrasah, P. (2024). Pengaruh Project Based Learning Terhadap Kemampuan Kognitif Dan Keterampilan Kolaborasi Kelas V Pada Materi Ekosistem. *Qonita Nurhamidah Nasution Universitas Pendidikan Indonesia, Sumedang, Jawa Barat Enjang Yusup Ali Universitas Pendidikan Indonesia*, S. 8(4), 1930–1943.
- Inganah, S., Darmayanti, R., & Rizki, N. (2023). Problems, Solutions, and Expectations: 6C Integration of 21 st Century Education into Learning Mathematics. *JEMS (Journal of Mathematics and Science Education)*, 11(1), 220–238.
- Issa, H. B., & Khataibeh, A. (2021). The Effect of Using Project Based Learning on Improving the Critical Thinking among Upper Basic Students from Teachers' Perspectives. *Pegem Egitim ve Ogretim Dergisi*, 11(2), 52–57.
- Istanti, A., Indraloka, A. B., & Utami, S. W. (2023). Karakteristik Pupuk Cair Eco-Enzyme Berbahan Dasar Limbah Sayur Dan Buah Terhadap Kandungan Nutrisi Dan Bahan Organik. *Agriprima : Journal of Applied Agricultural Sciences*, 7(1), 79–85.
- Jalinus, N., Nabawi, R. A., & Mardin, A. (2017). *The Seven Steps of Project Based Learning Model to Enhance Productive Competences of Vocational Students*. January 2017.
- Jeniver, M. F., & Heffi, A. (2023). Literatur Review: Pengaruh Model Pembelajaran Pjbl (Project-Based Learning) Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik. *BIOCHEPHY: Journal of Science Education*, 03(1), 10.
- Jufrida, J., Basuki, F. R., Rinaldo, F., & Purnamawati, H. (2020). Analisis Permasalahan Pembelajaran Ipa: Studi Kasus Di Smpn 7 Muaro Jambi.

Jurnal Pendidikan Sains (Jps), 8(1), 50.

- Khasanah, B. A., I. D. A. (2017). Kemampuan Berfikir Kritis Siswa Melalui Penerapan Model Pembelajaran Brain Based Learning. *Jurnal Eksponen*, 7(2), 46–53.
- Khishaaluhussaniyyati, M., Faiziyah, N., & Sari, C. K. (2023). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas 10 SMK dalam Menyelesaikan Soal HOTS Materi Barisan dan Deret Aritmetika Ditinjau dari Self Regulated Learning. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(1), 905–923.
- Kovacsne, K. P. (2021). Evaluation of Project-Based Learning. *Acta Didactica Napocensia*, 14(1), 64–75.
- Lovakov, A., Agadullina, E. R. (2021). Empirically Derived Guidelines For Effect Size Interpretation In Social Psychology. *European Journal Of Social Psycohistory*, 51(3), 485–504.
- Mahendra, I. W. E. (2017). Project Based Learning Bermuatan Etnomatematika Dalam Pembelajaran Matematika. *JPI (Jurnal Pendidikan Indonesia)*, 6(1).
- Musa'ad, F., Ahmad, R. E., Sundari, S., & Hidayani, H. (2024). Pembelajaran Berbasis Proyek untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(2), 1481–1487.
- Mutawally, A. F. (2021). Pengembangan Model Project Based Learning Dalam Pembelajaran Sejarah. *Universitas Pendidikan Indonesia*, 1–6.
- Nida, L. W. M. H., Amalia, A. R., Pratiwi, N. L. A., & Nandang. (2022). Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas Iii Sekolah Dasar. *Jurnal Cakrawala Pendas*, 8(3), 552–563.
- Nirmayani, L. H., & Dewi, N. P. C. P. (2021). Model Pembelajaran Berbasis Proyek (Project Based Learning) Sesuai Pembelajaran Abad 21 Bermuatan Tri Kaya Parisudha. *Jurnal Pedagogi Dan Pembelajaran*, 4(3), 378.
- Nurhidayah, I. J., Wibowo, F. C., & Astra, I. M. (2021). Project Based Learning (PjBL) learning model in science learning: Literature review. *Journal of Physics: Conference Series*, 2019(1).
- Nurhidayati., Siti., K. (2017). Pengembangan Bahan Ajar Bioteknologi Berbasis Potensi Lokal. *Jurnal Pendidikan Mandala*, 2(2), 87–91.
- OECD. (2019). *PISA 2018 Results (Volume I): What Students Know and Can Do*. PISA OECD Publishing.
- Prasetyowati, R. (2014). Pembelajaran IPA SMP Menurut Kurikulum 2013. *Universitas Negeri Yogyakarta*, 1–8.
- Putri, F. A., Anggraito, Y. U., & Alimah, S. (2018). The Effectiveness of Guided Inquiry Strategy on Students' Collaborative Skill. *Journal of Biology Education*, 7(2), 144–150.

- Rahardhian, A. (2022). Kajian Kemampuan Berpikir Kritis (Critical Thinking Skill) Dari Sudut Pandang Filsafat. *Jurnal Filsafat Indonesia*, 5(2), 87–94.
- Rahayu, S., Priamiasih, E. E., & Sritumini, B. A. (2019). Pengaruh Model Project Based Learning Terhadap Peningkatan Kemampuan Kolaborasi Siswa Dalam Mata Pelajaran Ekonomi Bisnis. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Ekonomi Akuntansi*, 5(2), 132–143.
- Ramadhanti, N., Sukmanasa, E., & Imaniah, R. S. (2023). Penerapan Model Project-Based Learning Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Satuan Waktu Siswa Kelas III Sekolah Dasar. *E-Jurnal Inovasi Pembelajaran Sekolah Dasar*, 11, 249–261.
- Rambing, S. N., Makahinda, T., & Mandolang, A. H. (2022). Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning dengan Pendekatan Demonstrasi Materi Energi Mekanik. *Charm Sains: Jurnal Pendidikan Fisika*, 3(2), 119–123.
- Ratu, T., Sari, N., Mukti, W. A. H., & Erfan, M. (2021). Efektivitas Project Based Learning Terhadap Efikasi Diri dan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Konstan - Jurnal Fisika Dan Pendidikan Fisika*, 6(1), 1–10.
- Rehani, A., & Mustofa, T. A. (2023). Implementasi Project Based Learning dalam Meningkatkan Pola Pikir Kritis Siswa di SMK Negeri 1 Surakarta. *Didaktika: Jurnal Kependidikan*, 12(4), 487–496.
- Retno, E. W., Waluya, B., & Rochmad. (2018). Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Melalui Problem Based Learning Dengan Peer Feedback Activity. *Jurnal Elektronik Pembelajaran Matematika*, 5(2), 197–207.
- Saenab, S., Yunus, S. R., & Virninda, A. N. (2017). PjBL untuk pengembangan keterampilan mahasiswa: sebuah kajian deskriptif tentang peran PjBL dalam melejitkan keterampilan komunikasi dan kolaborasi mahasiswa. *Seminar Nasional Lembaga Penelitian UNM*, 2(1), 45–50.
- Santoso, A. (2010). Studi Deskriptif Effect Size Penelitian-Penelitian di Fakultas Psikologi Universitas Sanatha Dharma. *Jurnal Penelitian*, 14(1), 1–17.
- Saputro, O. A., & Rayahub, T. S. (2020). Perbedaan Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning (PJBL) dan Problem Based Learning (PBL) Berbantuan Media Monopoli terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Imiah Pendidikan Dan Pembelajaran*, 4(1), 185–193.
- Sari, Y., & Jember, S. M. A. N. (2023). *Problem Oriented Project Based Learning Meningkatkan Hasil Belajar dan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Problem Oriented Project Based Learning to Improve Student ' s Learning Outcome and Critical Thinking Skills*. 9, 61–75.
- Sembiring, E., Damayanti, H., & ... (2024). Peningkatan Keterampilan Kolaborasi Peserta Didik pada Pembelajaran IPA Kelas VIII SMPN 11 Semarang Melalui Problem Based Learning Berbasis Stem. *Prosiding Seminar*. 396–405.

- Sofyana, N. (2023). Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Smp Negeri 1 Tungal Ulu Pada Materi Bioteknologi Melalui Model Project Based Learning. *Inspiratif Pendidikan*, 12(1), 127–138.
- Sugiyono. (2019). *Statiska Untuk Penelitian*. Alfabeta.
- Suhardi, I. (2022). Perangkat Instrumen Pengembangan Paket Soal Jenis Pilihan Ganda Menggunakan Pengukuran Validitas Konten Formula Aiken's V. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(1), 4158–4170.
- Sumaryanta. (2015). Pedoman Penskoran. *Indonesian Digital Journal Of Mathematics and Education*, 2(3), 181–190.
- Sutiarso, S. (2011). *Statistika Pendidikan dan Pengolahannya dengan SPSS*. Aura.
- Wati, M. (2022). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning Berbantuan Media Mobile Learning Terhadap Kemampuan Kolaborasi Matematika Siswa Kelas IV SD. *Indonesian Journal of Educational Science (IJES)*, 5(1), 56–64.
- Wijaya, P. A., Sutarto, J., dan Zulaeha, I. (2021). *Strategi Know-Want to Know Learnerd dan strategi Direct Reading Thingking Activity Dalam Pembelajaran Pendidikan Dasar*. Harian Jateng Network.
- Yokhebed, Y. (2019). Profil Kompetensi Abad 21: Komunikasi, Kreativitas, Kolaborasi, Berpikir Kritis Pada Calon Guru Biologi Profile of 21st Century Competency: Communication, Creativity, Collaboration, Critical Thinking at Prospective Biology Teachers. *Bio-Pedagogi*, 8(2), 94.
- Yunus, M. R. K. (2023). Analisis Keterampilan Kolaborasi Peserta Didik Kelas Xi Mia Sma Negeri 1 Barru Pada Model Pembelajaran Kooperatif Number Heads Together. *Jurnal Biogenerasi*, 8(1), 350–357.
- Zubaidah, S. (2018). Mengenal 4C: Learning and Innovation Skills untuk Menghadapi Era Revolusi Industri 4.0. *2nd Science Education National Conference, October 2018*, 1–18.