

**PENGARUH PEMBELAJARAN PJBL TERINTEGRASI DENGAN STEM
TERHADAP KEMAMPUAN HOTS DAN KOLABORASI PESERTA
DIDIK PADA MATERI BIOTEKNOLOGI**

(Skripsi)

Oleh

RAHMA DWI FADILA

2013024057



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

PENGARUH PEMBELAJARAN PJBL TERINTEGRASI DENGAN STEM TERHADAP KEMAMPUAN HOTS DAN KOLABORASI PESERTA DIDIK PADA MATERI BIOTEKNOLOGI

Oleh

RAHMA DWI FADILA

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penerapan pembelajaran PjBL terintegrasi dengan STEM terhadap kemampuan HOTS dan kolaborasi peserta didik materi bioteknologi. Penelitian dilaksanakan pada semester genap di SMPN 1 Trimurjo. Jenis penelitian yang digunakan adalah kuasi eksperimen dengan desain penelitian *pretest-posttest nonequivalent control group*. Sampel penelitian berjumlah 58 peserta didik, kelas IX.7 sebagai kelas kontrol dan IX.9 sebagai kelas eksperimen dengan teknik pengambilan sampel *purposive sampling*. Kelas eksperimen menggunakan pembelajaran PjBL terintegrasi STEM, sedangkan kelas kontrol menggunakan metode diskusi dengan pendekatan saintifik. Data kemampuan HOTS didapatkan dari hasil *pretest-posttest* yang dianalisis menggunakan uji *Independent Sample T-test* dengan bantuan program SPSS *Statistic Version 27*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada taraf signifikansi 0,05 didapatkan nilai *Sig. (2-tailed)* $0,001 < 0,05$ maka H_1 diterima. Kemudian hasil uji pengaruh (*effect size*) sebesar 1,21 dengan kriteria “Tinggi” yang berarti pembelajaran PjBL terintegrasi STEM berpengaruh dalam meningkatkan kemampuan HOTS. Sedangkan data kemampuan kolaborasi diperoleh dari hasil perhitungan lembar observasi peserta didik. Hasil perhitungan data kemampuan kolaborasi peserta didik kelas eksperimen lebih tinggi dengan persentase 81,7% kategori “Sangat Baik” dibandingkan kelas kontrol dengan persentase sebesar 73,1% kategori “Baik”. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pembelajaran PjBL terintegrasi STEM terhadap kemampuan HOTS dan kolaborasi peserta didik pada materi bioteknologi.

Kata kunci: Bioteknologi, Kemampuan HOTS, Kolaborasi, PJBL-STEM

**PENGARUH PEMBELAJARAN PJBL TERINTEGRASI DENGAN STEM
TERHADAP KEMAMPUAN HOTS DAN KOLABORASI PESERTA
DIDIK PADA MATERI BIOTEKNOLOGI**

Oleh

RAHMA DWI FADILA

Skripsi

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

Pada

**Program Studi Pendidikan Biologi
Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

Judul Skripsi : **PENGARUH PEMBELAJARAN PJB/ TERINTEGRASI DENGAN STEM TERHADAP KEMAMPUAN HOTS DAN KOLABORASI PESERTA DIDIK PADA MATERI BIOTEKNOLOGI**


Nama Mahasiswa : **Rahma Dwi Fadila**

Nomor Pokok Mahasiswa : **2013024057**

Program Studi : **Pendidikan Biologi**

Jurusan : **Pendidikan MIPA**

Fakultas : **Keguruan dan Ilmu Pendidikan**



MENYETUJUI

1. **Komisi Pembimbing**

[Signature]
Berti Yolida, S.Pd., M.Pd.
NIP 19831015 200604 2 001

[Signature]
Nadya Meriza, S.Pd., M.Pd.
NIP 19870109 201903 2 007

2. **Ketua Jurusan Pendidikan MIPA**

[Signature]
Dr. Nurhanurawati, M.Pd.
NIP 19670808 199103 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

Berti Yolida, S.Pd., M.Pd.



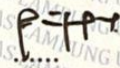
Sekretaris

Nadya Meriza, S.Pd., M.Pd.



Penguji

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



Bukan Pembimbing



2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Prof. Dr. Sunyono, M.Si.

NIP.19651230 199111 1 001



Tanggal Lulus Ujian Skripsi: **02 Oktober 2024**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini adalah:

Nama : Rahma Dwi Fadila
NPM : 2013024057
Fakultas/Jurusan : FKIP/Pendidikan MIPA
Program Studi : Pendidikan Biologi
Alamat : Perumahan 6, PT. GMP, Lampung Tengah, 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 uang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang tertulis diacu dalam naskah ini dan disebut dalam daftar pustaka.

Bandar Lampung, 02 Oktober 2024

Menyatakan,



Rahma Dwi Fadila
NPM 2013024057

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama lengkap Rahma Dwi Fadila, dilahirkan di Lampung Tengah 9 April 2002, dari pasangan Bapak Bambang Edi Surame dengan Ibu Tri Nuryati. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara, memiliki kakak bernama Firman Eko Satrio. Penulis bertempat tinggal di Perumahan 6, PT. Gunung Madu Plantations, Kec. Bandar Mataram, Kab. Lampung Tengah, Lampung.

Penulis mengawali Pendidikan pada tahun 2006 di TK Satya Dharma Sudjana Gunung Madu, kemudian melanjutkan studi di SDN 4 Gunung Madu (2008-2013), SMP Satya Dharma Sudjana (2014-2016), SMAN 3 Metro (2017-2020) dan diterima melalui jalur SBMPTN sebagai mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Lampung pada tahun 2020.

Selama menjalani perkuliahan S1, penulis tergabung dalam Himpunan Mahasiswa Eksakta, sebagai anggota Divisi Kreativitas Mahasiswa tahun 2020. Pada tahun 2021 penulis tergabung menjadi anggota Divisi Minat dan Bakat, kemudian tahun 2022 menjadi anggota Divisi Sosial dan Lingkungan Forum Mahasiswa Pendidikan Biologi Universitas Lampung. Pada awal tahun 2023 penulis melaksanakan program Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Gedung Jaya, Kecamatan Negara Batin, Kabupaten Way Kanan, sekaligus melaksanakan Program Pengenalan Lapangan Persekolahan (PLP) di SD Negeri 1 Gedung Jaya, Kecamatan Negara Batin, Kabupaten Way Kanan. Pada tahun 2024 penulis melakukan penelitian untuk menyelesaikan tugas akhir yaitu skripsi di SMP Negeri 1 Trimurjo.

MOTTO

“Jadikanlah sabar dan salat sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta dengan orang-orang yang sabar.”

(Q.S Al-Baqarah: 153)

“Allah tidak akan membebani seorang hamba melainkan sesuai dengan kesanggupannya.”

(Q.S Al-Baqarah: 286)

“Sesungguhnya jika kamu bersyukur, pasti Aku akan menambah (nikmat) kepadamu, tetapi jika kamu mengingkari (nikmat-Ku), maka sesungguhnya azab-Ku sangat pedih.”

(Q.S Ibrahim: 7)

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan.”

(Q.S Al-Insyirah: 5)

“Sebaik-baik manusia adalah yang paling bermanfaat bagi manusia lain.”

(HR. Ahmad)

PERSEMBAHAN

“Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang”

Alhamdulillahirabbil 'alamin

Segala puji bagi Allah atas Rahmat dan nikmat yang tak terhitung kepada penulis dalam mengerjakan skripsi ini, sehingga penulis dapat sampai pada tahap ini. Sholawat serta salam semoga selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW.

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

Kedua Orang Tuaku Tersayang

Bapak Bambang Edi Surame dan Ibu Tri Nuryati

Cinta pertama, pintu surga, dan panutanku. Terima kasih selalu memotivasi, memberikan semangat, nasihat, dan kasih sayang tiada henti serta doa yang terus mengalir untuk anak-anakmu dengan tulus dan ikhlas. Terima kasih telah mengorbankan segalanya sehingga aku bisa berada pada titik ini. Terima kasih atas segala dukungan baik moril maupun materiil untuk menuju kesuksesan dan kebahagiaan. Semua keberhasilanku merupakan jerih payah dari Bapak dan Ibu.

Kakak (Firman Eko Satrio)

Terima kasih kakakku tersayang yang selalu memberi semangat, perhatian, doa, dukungan, dan kasih sayang kepadaku.

Para Pendidik (Guru dan Dosen)

Terima kasih atas ilmu, nasihat, motivasi, bimbingan, dan pengajaran serta pengalaman yang baik. Terima kasih banyak atas segala jasa-jasamu.

Almamater Tercinta, Universitas Lampung.

SANWACANA

Puji Syukur atas kehadiran Allah SWT. yang telah melimpahkan Rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Pengaruh Pembelajaran PjBL terintegrasi dengan STEM Terhadap Kemampuan HOTS dan Kolaborasi Peserta Didik 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 terlepas dari peranan dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Sunyono, M.Si., selaku Dekan FKIP Universitas Lampung;
2. Dr. Nurhanurawati, M.Pd., selaku Ketua Jurusan PMIPA FKIP Universitas Lampung
3. Rini Rita T. Marpaung, S.Pd., M.Pd., selaku ketua Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Lampung sekaligus selaku pembahas yang telah memberikan saran, kritikan, perbaikan, dan motivasi bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini;
4. Berti Yolida, S.Pd., M.Pd., selaku dosen Pembimbing Akademik dan pembimbing I yang selalu sabar memberikan bimbingan, nasihat, saran, motivasi, dan kemudahan saat perkuliahan dan selama proses penyelesaian skripsi ini;
5. Nadya Meriza, S.Pd., M.Pd., selaku dosen pembimbing II atas kesabaran yang diberikan untuk memberikan bimbingan, nasihat, saran, dan motivasi selama proses penyelesaian skripsi ini;
6. Seluruh Dosen serta Staff Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Lampung, terima kasih atas segala saran, motivasi, dan ilmu yang telah diberikan kepada penulis;

7. Prayitno Untoro, S.Pd., M.M., selaku kepala sekolah, Sulistio Rini, S.Pd., selaku guru IPA, seluruh dewan guru, staff, dan peserta didik di SMPN 1 Trimurjo yang telah memberikan izin dan bantuan selama penelitian berlangsung;
8. Sahabat-sahabatku *Makethefriendship*, seperbimbingan, semasa sekolah, dan semasa KKN-PLP, terima kasih telah membantuku dan menghiburku saat dalam kesusahan, selalu mendengarkan keluh kesahku, dan memberikan masukan yang dapat menguatkan dalam menyelesaikan skripsi ini;
9. Teman-teman Pendidikan Biologi Angkatan 2020 khususnya kelas A (*Flagela*) yang telah menemani dan berjuang bersama menempuh studi;
10. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Alhamdulillah rabbil'alam, skripsi ini dapat diselesaikan dan dipersembahkan untuk orang-orang terkasih. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna bagi kita semua.

Bandar Lampung, 02 Oktober 2024
Penulis,

Rahma Dwi Fadila
NPM 2013024057

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	8
1.3 Tujuan Penelitian.....	8
1.4 Manfaat Penelitian.....	8
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	9
II. TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1 Pembelajaran PjBL Terintegrasi dengan STEM	10
2.2 Kemampuan HOTS (<i>Higher Order Thinking Skill</i>)	15
2.4 Kolaborasi	17
2.5 Materi Bioteknologi	19
2.6 Kerangka Pikir.....	21
2.7 Hipotesis Penelitian.....	23
III. METODE PENELITIAN	24
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	24
3.2 Populasi dan Sampel Penelitian	24
3.3 Desain Penelitian	24
3.4 Prosedur Penelitian.....	25
3.5 Jenis dan Teknik Pengumpulan Data	27

3.6 Uji Coba Instrumen	30
3.7 Teknik Analisa Data	33
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	37
4.1 Hasil Penelitian.....	37
4.2 Pembahasan	40
V. SIMPULAN DAN SARAN	47
5.1 Simpulan.....	47
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA.....	48
LAMPIRAN.....	53

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Langkah-langkah Pembelajaran PjBL Terintegrasi STEM	13
Tabel 2. Aspek pada STEM	15
Tabel 3. Indikator Keterampilan Kolaborasi Peserta Didik	19
Tabel 4. Keluasan dan Kedalaman Materi Capaian Pembelajaran	20
Tabel 5. Desain Pretest-Protest Kelompok Non Ekuivalen.....	25
Tabel 6. Lembar Observasi Kemampuan Kolaborasi	28
Tabel 7. Kriteria Kemampuan Kolaborasi	29
Tabel 8. Lembar Angket Tanggapan Peserta Didik	29
Tabel 9. Interpretasi Skala Likert.....	30
Tabel 10. Interpretasi Kriteria Validitas.....	30
Tabel 11. Hasil Uji Validitas Instrumen Soal	31
Tabel 12. Distribusi Soal Valid.....	31
Tabel 13. Interpretasi Kriteria Reliabilitas	32
Tabel 14. Hasil Uji Reliabilitas	32
Tabel 15. Interpretasi Tingkat Kesukaran	32
Tabel 16. Hasil Tingkat Kesukaran Butir Soal	33
Tabel 17. Interpretasi Kriteria Daya Beda	33
Tabel 18. Hasil Uji Daya Beda Butir Soal	33
Tabel 19. Kriteria pengelompokan <i>N-gain</i>	35
Tabel 20. Kriteria Interpretasi nilai <i>Cohen's d</i>	36
Tabel 21. Kemampuan HOTS Berdasarkan <i>Pretest</i> , <i>Posttest</i> , dan <i>N-Gain</i>	37
Tabel 22. Hasil analisis N-Gain setiap indikator kemampuan HOTS peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol	38
Tabel 23. Hasil Perhitungan <i>Effect Size</i>	39
Tabel 24. Kemampuan Kolaborasi Peserta Didik Setiap Indikator	39
Tabel 25. Hasil Angket Tanggapan Peserta Didik	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Bagan Kerangka Pikir	22
2. Hubungan Antara Variabel Bebas dan Variabel Terikat.....	23
3. Indikator C5 (<i>pretest</i>).....	41
4. Indikator C5 (<i>posttest</i>).....	42
5. Indikator C4 (<i>pretest</i>).....	43
6. Indikator C4 (<i>posttest</i>).....	43

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Alur Tujuan Pembelajaran (ATP)	54
2. Modul Ajar Kelas Eksperimen.....	61
3. LKPD Pertemuan 1 Kelas Eksperimen	76
4. LKPD Pertemuan 2 Kelas Eksperimen	82
5. LKPD Pertemuan 3 Kelas Eksperimen	88
6. Alur Tujuan Pembelajaran (ATP) Kelas Kontrol	92
7. Modul Ajar Kelas Kontrol	99
8. LKPD Pertemuan 1 Kelas Kontrol.....	113
9. LKPD Pertemuan 2 Kelas Kontrol.....	119
10. LKPD Pertemuan 3 Kelas Kontrol.....	124
11. Kisi-kisi lembar pretest dan posttest	129
12. Rubrik Posttest dan Posttest	130
13. Soal Pretest dan Posttest	147
14. Hasil Uji Prsayarat Instrumen	155
15. Data Hasil Pre-Test dan Post-Test Kemampuan HOTS	157
16. Data Hasil Nilai Pretest dan Posttest Kelas Eksperimen	158
17. Data Hasil Nilai Pretest dan Posttest Kelas Kontrol	162
18. Lembar Observasi Kemampuan Kolaborasi Kelas Eksperimen	166
19. Lembar Observasi Kemampuan Kolaborasi Kelas Kontrol.....	167
20. Rubrik Penilaian Aspek Kemampuan Kolaborasi.....	168
21. Hasil Uji Statistik Soal Pretest dan Posttest.....	169
22. Kisi-kisi Angket Tanggapan Peserta Didik.....	171
23. Angket Tanggapan Peserta Didik.....	172
24. Data Tanggapan Peserta Didik Terhadap Pembelajaran	174
25. Surat Permohonan Izin Observasi	176
26. Surat Balasan Izin Penelitian	177
27. Surat Permohonan Penelitian	178
28. Surat Balasan Izin Penelitian SMPN 1 Trimurjo	179
29. Dokumentasi Penelitian	180

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pendidikan merupakan kebutuhan yang wajib dimiliki oleh setiap individu manusia. Tidak hanya sekedar pengetahuan, melalui pendidikan seseorang dapat mengetahui dan menyadari perilaku dan tingkah laku yang sebaiknya diubah menjadi lebih baik. Dengan adanya pendidikan ini, manusia dapat mencapai tujuan hidup yang lebih baik sebab pendidikan sebagai bekal untuk menjalani tantangan kehidupan di masa mendatang yang semakin berkembang. Pendidikan saat ini memasuki pendidikan abad 21 yang menuntut peserta didik untuk dapat memiliki keterampilan belajar dan kemampuan berinovasi dalam penggunaan teknologi dan media informasi yang digunakan untuk memiliki keterampilan sebagai bekal kehidupan masa mendatang. Wijaya, Sudjimat, & Nyoto (2016) juga mengemukakan bahwa di abad 21 ini, pendidikan semakin sangat penting untuk memastikan peserta didik mengembangkan keterampilan belajar dan berinovasi, kemampuan memanfaatkan teknologi dan media informasi, serta keterampilan hidup yang memungkinkan mereka bekerja dan bertahan dalam berbagai situasi.

Faktor utama yang mendorong kemajuan bangsa Indonesia adalah pendidikan. Namun, program pendidikan tidak hanya berfokus pada aspek pengetahuan atau kognitif semata, melainkan juga pada pembentukan sikap dan pengembangan keterampilan peserta didik (Triowathi & Wijayanti, 2018). Maksud dari keterampilan yang dikembangkan disini adalah keterampilan yang sesuai dengan tuntutan abad 21 yaitu karakter, kewarganegaraan, berpikir kritis, komunikasi, kreativitas, dan kolaborasi. Hal ini disebabkan karena semakin berkembangnya zaman, manusia dituntut

untuk memiliki sumber daya yang unggul serta berkualitas untuk menghadapi abad 21.

Abad 21 juga ditandai oleh (1) akses informasi yang tersedia dimana saja dan kapan saja; (2) peningkatan kecepatan komputasi; dan (3) komunikasi yang dapat dilakukan dari mana pun dan ke mana pun (Litbang Kemdikbud, 2013). Kemampuan keterampilan abad 21 yang sedang hangat di bicarakan pada dunia pendidikan saat ini dikenal dengan istilah 6C yakni *character* (karakter), *citizenship* (kewarganegaraan), *critical thinking* (berpikir kritis), *creativity* (kreatif), *collaboration* (kolaborasi), dan *communication* (komunikasi) (Litbang Kemdikbud, 2013). Dengan adanya keterampilan 6C ini, peserta didik diharuskan untuk memiliki serta mengembangkan kemampuan *hard skill* maupun *soft skill* dalam pembelajaran agar dapat mempersiapkan diri untuk berkompetisi di abad 21 ini (Armando, 2019). Maka dari itu, peserta didik harus dapat melakukan proses analisis dan mengevaluasi suatu permasalahan sehingga dapat menciptakan solusi. Hal tersebut dapat dilakukan peserta didik dengan kemampuan HOTS (*Higher Order Thinking Skills*) (Ainurrahman, dkk., 2021).

HOTS merupakan suatu konsep pendidikan dengan berdasarkan pada Taksonomi Bloom, yang dirumuskan oleh Benjamin S. Bloom pada tahun 1956. Taksonomi tersebut memiliki ranah kognitif dengan tingkatan kemampuan berpikir rendah atau LOTS (*Lower Order Thinking Skills*) hingga tingkatan tinggi atau HOTS (*Higher Order Thinking Skills*). Kemampuan HOTS dapat menjadi salah satu modal utama peserta didik dalam mempelajari sains. Peserta didik membutuhkan keterampilan berpikir tersebut untuk memecahkan masalah/fenomena dalam persoalan yang dapat ditemukan dalam mata pelajaran IPA (Ainurrahman, dkk., 2021). HOTS meliputi kemampuan pemecahan masalah, kemampuan berpikir kreatif, kemampuan berpikir kritis, kemampuan berargumen, dan kemampuan mengambil keputusan (Hikmah, Devani, & Ngazizah., 2019).

Keterampilan lain yang dibutuhkan di abad 21 yaitu *Collaboration* atau kolaborasi atau kerja sama merupakan salah satu keterampilan yang wajib dimiliki dan sangat berguna untuk keberhasilan peserta didik kedepannya. Sehingga keterampilan kemampuan kolaborasi ini perlu dikembangkan dan diintegrasikan dalam pembelajaran. Keterampilan kolaborasi merupakan proses keterlibatan sejumlah individu, kelompok, ataupun organisasi yang bekerjasama untuk mencapai hasil yang diinginkan (Mariamah, Bachtiar, & Indrawati, 2021). Hal ini berarti dalam pembelajaran di kelas, peserta didik saling bekerja sama secara kelompok untuk menyelesaikan suatu permasalahan, menghasilkan ide dan solusi terhadap permasalahan tersebut dan mengarah pada tujuan bersama. Terdapat beberapa indikator yang terkait kolaborasi dalam pembelajaran meliputi bekerja sama, berkomunikasi, berkompromi, fleksibilitas, dan bertanggung jawab (Trilling & Fadel, 2009).

Berdasarkan yang telah dipaparkan di atas, pendidikan mengharapkan peserta didik dapat mengembangkan tuntutan abad 21 yaitu keterampilan 6C. Tidak hanya itu, kemampuan HOTS peserta didik juga perlu dikembangkan karena memecahkan masalah/fenomena dalam persoalan sehingga menghasilkan solusi dapat membuat peserta didik siap bersaing di abad 21 ini. Namun hal ini terdapat kesenjangan antara harapan dan kenyataan.

Berdasarkan program yang dilakukan oleh *Organization for Economic Cooperation and Development* (OECD) yaitu *Programme for International Student Assessment* (PISA) yang bertujuan mengevaluasi sistem pendidikan secara global, Indonesia mengalami peningkatan peringkat namun mengalami penurunan skor rata-rata. Prestasi Indonesia pada tahun 2022 menduduki peringkat 63 dari 73 negara dengan skor rata-rata 372 dalam kemampuan menghitung, membaca, dan sains. Akan tetapi, Indonesia mengalami penurunan sebanyak 10 skor dari 382 menjadi 372 dari tahun 2018 dengan *assessment framework* dalam studi PISA mengutamakan kemampuan bernalar, memecahkan masalah, berargumentasi, dan berkomunikasi (OECD, 2023). Hasil skor tersebut menunjukkan bahwa peserta didik di Indonesia

masih lemah pada kemampuan penalaran sains, pemecahan masalah, berargumentasi, dan komunikasi yang merujuk pada kemampuan HOTS peserta didik.

Selain kemampuan HOTS, kolaborasi peserta didik di Indonesia pun masih tergolong rendah. Dalam hal ini pendidikan memiliki peran sangat penting supaya dapat menciptakan generasi yang memiliki keterampilan abad 21, sehingga sesuai dengan kriteria tenaga kerja yang dibutuhkan pasar kerja. Namun berdasarkan *Survey of Adult Skills* oleh OECD yang diselenggarakan di Jakarta tahun 2015 dengan subyek penelitian responden dewasa berumur 16-65 tahun mengungkapkan bahwa penduduk di Jakarta mendapatkan skor antara 326-327 dari skor maksimal 500 pada kemampuan numerasi yang menyoroti pada aktivitas responden yang berupa keterampilan kolaborasi dan komunikasi yang dibutuhkan pada dunia kerja. Skor ini menunjukkan level yang masih rendah jika dibandingkan dibandingkan penduduk dewasa negara lain yang berpartisipasi dalam survey (OECD, 2016 dalam Ayu dkk., 2018).

Mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) merupakan salah satu pelajaran yang wajib ada di sekolah bahkan dari jenjang Sekolah Dasar. Namun, pada jenjang Sekolah Menengah Pertama (SMP) proses pembelajaran IPA sebagai ilmu integratif dan tidak hanya sebagai ilmu disiplin. Keduanya menjadi suatu pendidikan yang mengarah pada penerapan dan pengembangan kemampuan belajar, berpikir, kerja sama, sikap peduli, dan bertanggung jawab pada lingkungan alam sosial (Sulastri & Pertiwi, 2020). Materi pelajaran IPA yang dapat menghasilkan produk dan sering dijumpai di kehidupan nyata serta berkaitan erat dengan lingkungan sekitar adalah bioteknologi. Seperti yang kita ketahui bahwa dalam pembelajaran IPA wajib menekankan pengembangan keterampilan kolaborasi. Hal ini karena dengan adanya kolaborasi peserta didik mampu memberikan nilai positif terhadap materi IPA dan mengarahkan pada keberhasilan praktik yang melibatkan keaktifan, kepercayaan yang kuat, dan kerja sama yang baik untuk mencapai tujuan pembelajaran (Suyatno dalam Priandini, Fadly, & Zubaidi, 2022).

Peneliti telah melakukan observasi di SMPN 1 Trimurjo. Berdasarkan hasil wawancara terhadap guru kelas IX pada mata pelajaran IPA diketahui bahwa pembelajaran dilaksanakan menggunakan kurikulum merdeka, namun pendidik belum menerapkan pembelajaran berdiferensiasi yang seharusnya dilakukan di kurikulum merdeka. Pada proses pembelajaran peserta didik kurang aktif dan kurang berusaha untuk menemukan informasi secara mandiri, belum ada pembiasaan latihan mengerjakan soal yang berarah pada HOTS, sehingga kemampuan HOTS peserta didik kurang terlatih. Pendidik belum menerapkan bahkan mengetahui pembelajaran yang bervariasi seperti pembelajaran yang terintegrasi STEM. Setelah masa pandemic *Covid-19*, pembelajaran IPA khususnya pada materi bioteknologi belum menggunakan pembelajaran PjBL terintegrasi dengan STEM metode yang digunakan dalam pembelajaran yakni metode diskusi dan ceramah dikarenakan adanya fasilitas berupa laboratorium yang ada di SMPN 1 Trimurjo di alihfungsikan menjadi ruang kelas. Akibatnya pembelajaran tidak dapat berjalan secara maksimal dan setelah dilakukan penilaian sebanyak 50% belum mencapai Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP), yaitu 70.

Selanjutnya dalam hal keterampilan kolaborasi peserta didik, pendidik sudah membiasakan di setiap kelas berdiskusi membentuk kelompok yang bertujuan agar peserta didik dapat berkolaborasi antar satu sama lain. Akan tetapi terdapat permasalahan yang muncul yakni dalam hal komunikasi peserta didik, dalam interaksi diskusi pembelajaran peserta didik bukan membahas atau berdiskusi tentang materi pembelajaran melainkan diskusi mengenai hal di luar konteks pembelajaran. Kemudian pada saat berdiskusi kelompok terdapat peserta didik yang bermain sendiri, membuat keadaan pembelajaran menjadi tidak kondusif dan efektif yang menunjukkan bahwa peserta didik tidak memiliki rasa tanggung jawab terhadap pekerjaannya dan kurang fleksibel karena tidak menghargai pendapat orang lain. Serta kurangnya kemampuan untuk berkompromi dan bermusyawarah dalam menyelesaikan masalah. Rendahnya kemampuan kolaborasi peserta didik tersebut menyulitkan pendidik serta peserta didik mencapai tujuan pembelajaran.

Solusi yang dianggap dapat mengatasi permasalahan di atas adalah dengan penggunaan pembelajaran PjBL terintegrasi dengan STEM pada mata pelajaran IPA. Model PjBL merupakan model pembelajaran yang berpusat pada peserta didik yang bekerjasama secara berkelompok untuk membuat proyek dan menghasilkan produk. Menurut Muis & Dewi (2021), menjelaskan bahwa penerapan PjBL dapat melatih peserta didik mengonstruksi sebuah opini dan kritik karena peserta didik diharapkan lebih terbuka dalam menerima masukan dari orang lain. Aktivitas dalam pembelajaran PjBL ini juga akan mengembangkan kemampuan kolaborasi peserta didik untuk saling bekerja sama dan saling mendukung dalam tim. Setelah itu peserta didik juga akan berlatih menyajikan hasil kerja dengan kelompoknya sebaik mungkin. Sehingga hasil belajar kognitif yang diperoleh berdasarkan indikator kemampuan HOTS pun akan maksimal.

Pembelajaran dengan PjBL akan lebih dapat berhasil apabila terintegrasi STEM (*science, technology, engineering, dan mathematic*). STEM merupakan suatu pembelajaran dalam pendidikan yang mengintegrasikan keempat disiplin ilmu kedalam metode atau model dalam pembelajaran. Lutfi, Ismail, & Azis, (2018) mengemukakan bahwa model PjBL dan STEM masing-masing dapat saling melengkapi. Dalam model PjBL, peserta didik memahami konsep melalui pembuatan proyek dan menghasilkan produk, sedangkan pada pendekatan STEM, terdapat proses perancangan dan perbaikan (*engineering design process*) yang memungkinkan peserta didik menciptakan produk terbaik mereka. Tujuan implementasi pembelajaran PjBL terintegrasi dengan STEM diharapkan dapat memberikan pengaruh positif terhadap kemampuan HOTS peserta didik. Hal ini sejalan dengan Wahyuni (2021), mengemukakan bahwa pembelajaran dengan STEM berdampak pada kompetensi pengetahuan IPA, sehingga dapat meningkatkan pemahaman dan penerapan pengetahuan dalam memecahkan masalah, serta mendorong peserta didik untuk menciptakan hal-hal baru. Baharin, Kamarudin, & Manaf (2018), juga mengemukakan penerapan model PjBL yang dengan pembelajaran terintegrasi STEM memberikan kesempatan

peserta didik melatih kolaborasi, berpikir kritis dan kreatif, pemecahan masalah, serta berpikir ilmiah.

Adanya penggunaan pembelajaran PjBL terintegrasi dengan STEM peserta didik dapat memperoleh pengetahuan dengan penugasan berupa proyek sebagai inti dari pembelajaran, peserta didik juga mendapatkan pengalaman belajar atau memahami konsep yang dibangun berdasarkan produk akhir yang dihasilkan dalam pembelajaran. Menurut Fitriyani, Toto, & Erlin (2020), menjelaskan bahwa model PjBL yang terintegrasi dengan STEM memiliki kemampuan untuk mengajak peserta didik dalam pembelajaran bermakna, di mana mereka dapat memahami konsep dan bereksplorasi melalui proyek. Dengan cara ini, peserta didik dapat terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran, yang memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna.

Penelitian mengenai pembelajaran PjBL, STEM, kemampuan HOTS, dan kolaborasi sudah pernah dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Dewanti (2023), telah melakukan penelitian mengenai pengaruh PjBL terhadap kemampuan HOTS peserta didik. Namun penelitian tersebut belum terintegrasi dengan STEM dan mengukur kemampuan kolaborasi pada peserta didik. Kemudian Fitriyani, Toto, & Erlin (2020), telah melakukan penelitian mengenai pembelajaran PjBL dan STEM terhadap kemampuan HOTS peserta didik. Namun pada penelitian tersebut belum mengukur pengaruhnya terhadap kemampuan kolaborasi peserta didik. Rizka, (2023) juga telah melakukan penelitian mengenai pengaruh model PjBL terhadap hasil belajar kognitif dan kolaborasi peserta didik. Namun pada penelitian tersebut belum mengukur kemampuan HOTS dan belum terintegrasi dengan STEM.

Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan, peneliti merasa tertarik dan perlu melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Pembelajaran PjBL terintegrasi dengan STEM Terhadap Kemampuan HOTS dan Kolaborasi Peserta Didik Materi Bioteknologi”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan pada latar belakang, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Apakah terdapat pengaruh dari penggunaan pembelajaran PjBL terintegrasi dengan STEM terhadap kemampuan HOTS peserta didik materi bioteknologi?
2. Apakah terdapat pengaruh dari penggunaan pembelajaran PjBL terintegrasi dengan STEM terhadap kolaborasi peserta didik materi bioteknologi?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang dikemukakan, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui:

1. Pengaruh dari penggunaan pembelajaran PjBL terintegrasi dengan STEM terhadap kemampuan HOTS peserta didik materi bioteknologi.
2. Pengaruh dari penggunaan pembelajaran PjBL terintegrasi dengan STEM terhadap kolaborasi peserta didik materi bioteknologi.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi peneliti, menambah pengetahuan, wawasan, dan informasi peneliti sebagai calon pendidik dalam merancang perangkat pembelajaran yang menggunakan pembelajaran PjBL terintegrasi dengan STEM serta memberikan pengalaman pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan HOTS dan kolaborasi peserta didik.
2. Bagi tenaga pendidik, memberikan alternatif dan referensi pembelajaran yang menggunakan pembelajaran PjBL terintegrasi dengan STEM dalam memilih dan menggunakan model pembelajaran sesuai dengan materi IPA agar dapat meningkatkan kemampuan HOTS dan kolaborasi peserta didik.
3. Bagi peserta didik, meningkatkan motivasi belajar sehingga dapat meningkatkan kemampuan HOTS, kolaborasi, serta pengalaman belajar peserta didik menggunakan pembelajaran PjBL terintegrasi dengan STEM

4. Bagi sekolah, memberikan informasi untuk mengembangkan pembelajaran yang lebih baik lagi dengan menggunakan model pembelajaran yang digunakan oleh peneliti untuk meningkatkan kemampuan HOTS dan kolaborasi peserta didik sehingga dapat menjadi referensi dalam mengevaluasi kegiatan pembelajaran di sekolah.
5. Bagi peneliti lain, memberikan rujukan dan referensi mengenai kemampuan HOTS dan kolaborasi peserta didik untuk diteliti lebih lanjut dalam menyusun rancangan penelitian yang lebih baik lagi.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pembelajaran yang digunakan adalah pembelajaran PjBL terintegrasi dengan STEM. Langkah pembelajarannya terdiri dari: 1) *Reflection*; 2) *Research*; 3) *Discovery*; 4) *Application*; dan 5) *Communication* (Laboy-Rush, 2011). Terdapat 4 aspek pada STEM yaitu *science*, *technology*, *engineering*, dan *mathematic*.
2. Kemampuan HOTS yang diteliti mencakup penalaran pada ranah kognitif yaitu: C4 (menganalisis), C5 (mengevaluasi), dan C6 (menciptakan).
3. Indikator terkait keterampilan kolaborasi dalam penelitian meliputi kerjasama, tanggung jawab, kompromi, komunikasi, dan fleksibilitas (Trilling & Fadel, 2009).
4. Materi pokok dalam penelitian yaitu bioteknologi mata pelajaran IPA menggunakan kurikulum merdeka dengan capaian pembelajaran yaitu penerapan bioteknologi dalam kehidupan sehari-hari.
5. Populasi pada penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas IX SMP Negeri 1 Trimurjo. Sampel penelitian terdiri dari 2 kelas, yaitu kelas XI.7 sebagai kelas kontrol dan kelas IX.9 sebagai kelas eksperimen. Kemudian kurikulum yang digunakan yakni kurikulum merdeka.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembelajaran PjBL Terintegrasi dengan STEM

Project Based Learning adalah salah satu pembelajaran yang memiliki ciri khas yaitu berupa adanya kegiatan perancangan dan pelaksanaan proyek untuk menghasilkan sebuah produk sebagai hasil akhir pembelajaran (Ardianti, Pratiwi, & Kanzunnudin, 2017). PjBL merupakan pembelajaran inovatif yang berpusat kepada peserta didik (*student centered*), menempatkan guru sebagai motivator dan fasilitator, serta peserta didik diberi kesempatan bekerja secara otonom untuk mengkonstruksi belajarnya (Surya, Relmasira, & Hardini, 2018).

Pembelajaran berbasis proyek atau PjBL adalah pembelajaran yang menggunakan proyek atau kegiatan sebagai media pembelajaran. Pada PjBL, peserta didik melakukan eksplorasi, penilaian, sintesis, dan mencari informasi untuk menghasilkan berbagai bentuk sebagai hasil belajar (Musfiqon & Nurdyansyah, 2015). Menurut Agung & Sutji (2022), PjBL adalah pembelajaran yang dapat membangun kemampuan peserta didik melibatkan kerja proyek yang menghasilkan karya nyata, seperti laporan, pembuatan produk, dan penyelesaian tugas tertulis yang diberikan oleh guru

Pembelajaran PjBL terintegrasi dengan STEM adalah suatu pembelajaran yang membentuk siswa dalam suatu kelompok untuk bekerja sama menyelesaikan proyek yang mengintegrasikan sains, teknologi, teknik, dan matematik (Erlinawati, Bektiarso, & Maryani, 2019). Pembelajaran PjBL terintegrasi dengan STEM dapat memberikan pengalaman peserta didik menghubungkan pengetahuan yang telah diperoleh dengan kehidupan nyata,

sehingga memberikan pengalaman belajar yang menarik karena dituntut berpikir kritis dalam memecahkan suatu permasalahan dengan berkolaborasi bersama peserta didik lainnya sehingga berkesempatan untuk memberikan ide, meningkatkan produk, serta menerapkan keterampilan mendesaian atau inovasi (Fitriyani, Toto, & Erlin, 2020).

Dalam penggunaan pembelajaran PjBL terintegrasi dengan STEM terdiri dari 5 tahapan yaitu *Reflection*, *Research*, *Discovery*, *Application*, dan *Communication* (Laboy-Rush, 2011). Langkah-langkah dari pembelajaran PjBL terintegrasi dengan STEM adalah sebagai berikut:

1. *Reflection* (analisis masalah)

Tujuan dari tahap ini adalah untuk mengarahkan peserta didik pada konteks masalah, memberikan inspirasi tentang hal-hal yang bisa segera mereka mulai, serta menghubungkan pengetahuan yang sudah ada dengan apa yang perlu dipelajari lebih lanjut.

2. *Research* (penelitian)

Pada tahap penelitian, siswa dibimbing oleh guru untuk mengumpulkan sumber informasi yang relevan, seperti bacaan atau metode yang akan digunakan dalam proyek. Guru juga memfasilitasi diskusi untuk memastikan bahwa peserta didik telah mengembangkan pemahaman konseptual yang tepat tentang proyek dan relevansi konsepnya.

3. *Discovery* (penemuan)

Tahap penemuan umumnya melibatkan penelitian terhadap informasi yang telah diperoleh dan berkaitan dengan perencanaan proyek. Langkah ini dimulai dengan pembentukan kelompok untuk menemukan kemungkinan solusi terhadap masalah, diikuti dengan kolaborasi untuk menyelesaikan proyek tersebut. Tahap ini juga dapat melatih peserta didik dalam merefleksikan pemikiran mereka yang dirancang untuk menyelesaikan proyek.

4. *Application* (penerapan)

Pada tahap penerapan, tujuannya adalah menerapkan solusi terhadap permasalahan yang telah diidentifikasi. Peserta didik bekerja secara

kolaboratif untuk menciptakan sebuah proyek sebagai solusi dari masalah yang telah dirancang sebelumnya.

5. *Communication* (mengkomunikasikan)

Tahap terakhir dalam langkah ini adalah menyajikan atau mengkomunikasikan hasil proyek yang telah dibuat. Langkah ini sangat penting dalam proses pembelajaran karena dapat mengembangkan keterampilan komunikasi dan kolaborasi, serta kemampuan menerima dan menerapkan umpan balik.

Pembelajaran PjBL terintegrasi dengan STEM dapat dilaksanakan tiga kali pertemuan. Pertemuan pertama dilaksanakan 3 tahap yaitu *Reflection*, *Research*, dan *Discovery*. *Reflection* bertujuan membawa peserta didik ke dalam konteks masalah dan memberikan inspirasi agar dapat segera mulai menyelidiki dan menghubungkan apa diketahui dan yang dipelajari. *Research* membantu peserta didik mengumpulkan informasi yang relevan dalam mengembangkan pemahaman konseptual. *Discovery* bertujuan mengembangkan kemampuan peserta didik dalam membangun *habit of mind* dari proses merancang dan mendesain. Pertemuan kedua tahap *Application*, bertujuan untuk menguji produk atau mencari solusi dalam memecahkan masalah. Pertemuan ketiga yaitu *Communication*, bertujuan mempresentasikan produk atau solusi dalam lingkup kelas. Berikut ini merupakan tabel dari langkah-langkah pembelajaran PjBL terintegrasi STEM.

Dalam penerapannya, pembelajaran PjBL terintegrasi dengan STEM memiliki beberapa kelebihan. Berikut ini merupakan kelebihan pembelajaran PjBL terintegrasi dengan STEM menurut Laboy-Rush (2011), sebagai berikut:

1. Mentransfer pengetahuan dan keahlian kepada dunia nyata
Pembelajaran terbaik terjadi ketika peserta didik terlibat dalam menemukan solusi terhadap masalah dunia nyata. Jika pengetahuan dan keterampilan yang diajarkan mendukung upaya pemecahan masalah di luar kelas maka tujuan pengembangan keterampilan abad 21 telah

tercapai. Ketika guru mengenalkan siswa pada informasi, pengetahuan, dan keterampilan dalam konteks menemukan solusi dari masalah dan bukan sekedar fakta, mereka akan lebih mungkin untuk mengingat dan menerapkannya pada masalah dalam situasi baru di masa depan.

2. Meningkatkan motivasi belajar

Banyak hal mengenai kegiatan pembelajaran yang memotivasi siswa untuk mau belajar. Motivasi spontan berasal dari pengembangan kemampuan mental. Ketika kemampuan sudah matang, siswa akan mencari rangsangan untuk memupuk kemampuannya. Sesuai sifatnya, pembelajaran PjBL terintegrasi dengan STEM mendorong imajinasi dan rasa ingin tahu peserta didik, sehingga meningkatkan motivasi belajar.

3. Memperbaiki prestasi belajar.

Dengan adanya penggunaan pembelajaran PjBL terintegrasi dengan STEM dapat memberikan pembelajaran bermakna yang dapat meningkatkan penguasaan konsep peserta didik, keaktifan dalam pembelajaran, dan melatih kemandirian peserta didik. Hal ini tentunya dapat memperbaiki prestasi belajar peserta didik itu sendiri.

Tabel 1. Langkah-langkah pembelajaran PjBL terintegrasi STEM

No.	Tahapan	Kegiatan
1	<i>Reflection</i>	Peserta didik dibawa ke dalam konteks masalah dan menginspirasi siswa untuk segera mulai menyelidik. Dalam tahapan ini terjadi proses berpikir analisis dimana siswa menghubungkan pengetahuan yang telah diperoleh sebelumnya.
	<i>Research</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Peserta didik mengumpulkan informasi yang menunjang penelitian yang akan dilakukan - Terjadi proses analisis dan evaluasi dimana siswa memutuskan mengenai produk yang akan dibuat.
	<i>Discovery</i>	- Terjadi proses analisis, evaluasi, dan mencipta dimana siswa mengumpulkan penemuan-penemuan mengenai produk yang akan dibuat yang dilanjutkan dengan penyusunan rencana proyek sebuah produk dengan inovasi baru, merumuskan tujuan, menyusun langkah kerja, menyusun anggaran biaya, serta menentukan alat bahan yang diperlukan.
2	<i>Application</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Proses mencipta, peserta didik secara kolaboratif melaksanakan proyek yang telah dirancang sebelumnya. - Terjadi proses evaluasi karena setelah pembuatan produk siswa menguji hasil produk sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan, kemudian hasil yang diperoleh digunakan untuk memperbaiki langkah

		sebelumnya.
3	<i>Communication</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Peserta didik mengkomunikasikan hasil proyek yang telah dibuat. - Terjadi proses analisis dan evaluasi, tahap ini siswa mengetahui apakah produk yang telah dibuat ini layak atau tidak serta memperbaiki kekurangan yang mungkin terjadi melalui kegiatan diskusi. - Terjadi proses mencipta karena mereka harus menampilkan video/presentasi/pembuatan makalah.

Sumber: (Fitriyani, Toto, & Erlin, 2020).

STEM atau *science, technology, engineering, and mathematics* yang digagas oleh Amerika Serikat merupakan pembelajaran dalam dunia pendidikan yang menggabungkan keempat disiplin ilmu tersebut secara terpadu ke dalam pembelajaran. Menurut Mulyani (2019), *science, technology, engineering, and mathematics* pertama kali digunakan oleh NSF (*National Science Foundation*) pada tahun 1990 dan disatukan menjadi STEM. Definisi dasar dari setiap kata STEM adalah: (1) *Science*: bagian dari ilmu yang mempelajari semesta alam, fakta, fenomena, dan aturan yang terdapat di dalamnya; (2) *Technology*: dibuat sebagai inovasi, perubahan, modifikasi lingkungan alami yang memberikan kepuasan terhadap kebutuhan dan keinginan manusia; (3) *Engineering*: merupakan langkah di mana pengetahuan ilmiah dan matematika diperoleh melalui studi, eksperimen, dan praktik atau diterapkan dalam merancang prosedur untuk memecahkan masalah. Terdiri dari menentukan masalah (bertanya), membayangkan, merancang (merencanakan), membuat (menciptakan), dan mengembangkan (meningkatkan); (4) *Mathematic*: cabang dari disiplin ilmu yang mempelajari pola atau hubungan.

Terdapat banyak manfaat yang dapat diberikan STEM dalam pembelajaran. Pembelajaran terintegrasi STEM membuat peserta didik lebih baik dalam memecahkan masalah, peserta didik dapat lebih inovatif, mandiri berpikiran logis, dan literasi teknologi (Lutfi, Ismail, & Azis, 2018). Pembelajaran terintegrasi STEM juga dapat menambah pengalaman belajar peserta didik melalui kegiatan praktek dan mengaplikasikan prinsip-prinsip umum dari materi yang dipelajari, sehingga peserta didik yang memperoleh pembelajaran

yang terintegrasi STEM ini memiliki hasil belajar kognitif yang lebih baik. Pengintegrasian STEM ini memiliki aspek-aspek yang perlu diperhatikan khususnya bagi pendidik dalam menerapkan STEM ini agar dapat berjalan dengan maksimal dan sesuai dengan tujuan pembelajaran. Berikut ini merupakan aspek-aspek pada pembelajaran STEM adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Aspek pada STEM

Aspek	Proses	Deskripsi
<i>Science</i>	Penyelidikan Sains (<i>Science Inquiry</i>)	Mempersiapkan peserta didik untuk dapat berpikir layaknya ilmuwan, aktif bertanya, berhipotesis, dan melakukan penyelidikan ilmiah berdasarkan standar ilmiah
<i>Technology</i>	Literasi Teknologi (<i>Technology Literacy</i>)	Sebagai proses yang melibatkan aktivitas dengan menggunakan teknologi, baik dalam hal perancangan maupun pembuatan sesuatu
<i>Engineering</i>	Rancangan Teknik (<i>Engineering design</i>)	Berkaitan dengan proses rancangan yang memungkinkan peserta didik untuk membangun pengetahuan sains dan matematika melalui analisis perancangan dan penyelidikan ilmiah
<i>Mathematics</i>	Berpikir Matematis (<i>mathematics thinking</i>)	Penggunaan konsep matematika atau berpikir matematis dalam proses penyelidikan ilmiah

Sumber: Kelley & Knowles (2016).

Pembelajaran terintegrasi STEM saat ini dapat menjadi salah satu alternatif pembelajaran yang dapat membangun generasi muda mampu menghadapi perkembangan di abad 21 yang penuh dengan tantangan ini dan siap menghadapi dunia kerja. Menurut Muttaqin (2023), penerapan STEM khususnya pada pembelajaran sains dapat menjadi suatu celah untuk peserta didik dalam meningkatkan keterampilan abad 21 melalui konteks-konteks yang digunakan pada pendekatan STEM.

2.2 Kemampuan HOTS (*Higher Order Thinking Skill*)

HOTS (*Higher Order Thinking Skill*) adalah keterampilan berpikir tingkat tinggi yang menuntut seseorang berpikir kritis, kreatif, analitis terhadap informasi dan data dalam memecahkan permasalahan (Jannah, dkk., 2022).

HOTS adalah aspek penting dalam pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dalam pemecahan masalah yang kompleks. Menurut taksonomi Bloom, HOTS mencakup kegiatan berpikir pada tingkat kognitif tertinggi, seperti menganalisis, mengevaluasi, dan menciptakan, yang melibatkan pemahaman mendalam dan aplikasi konsep untuk menghasilkan solusi inovatif (Anderson & Krathwol, dalam Rusydiana, & Wardoyo, 2021). Ranah kognitif versi Bloom ini pada tahun 2001 direvisi oleh Lorin Anderson, David Karthwohl, dkk. Kategori tetap enam namun urutan dan susunan kata dari kata benda diubah menjadi kata kerja yaitu; 1) mengingat (*remembering*); 2) memahami (*understanding*); 3) mengaplikasikan (*applying*); 4) menganalisis (*analyzing*); 5) mengevaluasi (*evaluating*); dan; 6) mencipta (*creating*). Namun pada kemampuan HOTS terdiri dari 3 level dari ranah kognitif sebagai berikut:

1. Menganalisis (C4)

Menganalisis adalah kemampuan untuk memecahkan masalah dengan cara memisahkan setiap bagian dari permasalahan, mencari keterkaitan antar bagian tersebut, dan memahami bagaimana keterkaitan tersebut dapat menimbulkan masalah. Contoh kata kerja operasional yang dapat digunakan, yaitu menganalisis, mengaudit, memecahkan, menegaskan, mendeteksi, menyeleksi, menguji.

2. Mengevaluasi (C5)

Mengevaluasi merupakan penilaian dengan standar dan kriteria yang sudah ditentukan. Contoh kata kerja operasional yang dapat dipakai, yaitu membandingkan, menilai, mengarahkan, mengkritik, menimbang, memutuskan, memisahkan, memprediksi.

3. Menciptakan (C6)

Menciptakan adalah kemampuan untuk membentuk sesuatu yang baru dengan menghasilkan produk baru melalui pengorganisasian beberapa unsur menjadi bentuk atau pola yang berbeda dari sebelumnya. Contoh kata kerja operasional yang dapat dipakai, yaitu membuat, menganimasi, mengumpulkan, mengkategorikan, menyusun, menghubungkan, menciptakan, merancang, merumuskan.

Berdasarkan level tingkatan taksonomi tersebut, menunjukkan bahwa berpikir untuk mengingat merupakan tingkatan berpikir yang paling rendah sedangkan mencipta merupakan tingkatan berpikir paling tinggi. Berpikir tingkat tinggi dan mengembangkan pemikiran kritis menuntut adanya latihan menemukan pola, menyusun penjelasan, membuat hipotesis, melakukan generalisasi, dan mendokumentasikan temuan-temuan dengan bukti. Pembelajaran yang memicu peserta didik untuk berfikir tingkat tinggi menuntut penggunaan strategi pembelajaran yang berorientasi pada peserta didik aktif (*student centered*), dan inquiry agar peserta didik memiliki kesempatan untuk mengamati berbagai fenomena (Jannah, dkk., 2022). Peserta didik yang mencapai level HOTS akan mampu menerapkan pengetahuan secara kreatif dan kritis, sehingga pengetahuan tersebut terus diproses dan pada akhirnya menghasilkan solusi untuk masalah yang dihadapi. Penekanan utama dalam pembelajaran untuk mengembangkan HOTS pada peserta didik adalah melalui pendekatan *Student Centered Learning* (pembelajaran berpusat pada siswa), yang memfokuskan pada partisipasi aktif siswa dalam proses belajar (Rapih & Sutaryadi, 2018)

2.4 Kolaborasi

Kemampuan kolaborasi wajib dimiliki oleh seluruh peserta didik sebagai keterampilan hidup (*life skill*). Selain itu juga di abad 21 ini, kolaborasi menjadi keterampilan yang sangat penting untuk dikembangkan. Menurut Marzano (2009), kolaborasi merupakan salah satu aspek penting dalam *lifelong learning* (belajar seumur hidup), dengan adanya indikator yang menunjukkan keterampilan impersonal, kerja sama untuk mencapai tujuan bersama, dan menunjukkan peran yang efektif dalam kelompok. Kemudian Lelasari, Setyosari, & Ulfa, (2017), mengungkapkan bahwa kolaborasi adalah suatu proses saling bekerjasama, berkoordinasi, dan mempunyai unsur ketergantungan positif dalam sebuah tim yang mengarah pada tujuan bersama. Hal ini sejalan dengan Muttaqin (2023), yang menjelaskan bahwa

melalui kolaborasi, peserta didik akan dilatih untuk menyelesaikan masalah, menghasilkan solusi terbaik dalam mengatasi permasalahan yang muncul dengan bekerja sama untuk mencapai tujuan bersama.

Keterampilan kolaborasi merupakan salah satu keterampilan penting dalam proses pembelajaran, yang memungkinkan peserta didik bekerja sama dalam kelompok dengan berbagai tingkat kemampuan untuk memecahkan masalah dan mencapai tujuan bersama (Pramudiyanti & Maulina, 2020). Keterampilan kolaborasi adalah kemampuan yang dimiliki peserta didik untuk bertukar pikiran, gagasan, dan perasaan secara setara, sehingga memungkinkan terciptanya kerja sama yang efektif dalam mencapai tujuan bersama. (Lelasari, Setyosari, & Ulfa, 2017). Dalam mengembangkan kemampuan kolaborasi peserta didik, guru sebagai pendidik berperan sebagai fasilitator dengan menyediakan berbagai kegiatan pembelajaran yang memungkinkan peserta didik berinteraksi dalam kelompok. Guru dapat memfasilitasi peserta didik untuk saling memberikan umpan balik, berdiskusi dalam memecahkan masalah, dan membiasakan mereka untuk saling membantu ketika bekerja dalam kelompok (Dhitasarifa, Yuliatun, & Savitri, 2023).

Indikator yang terdapat dalam keterampilan kolaborasi yaitu (1) berpartisipasi secara aktif dalam kelompok; (2) bekerja secara produktif; (3) bertanggung jawab; (4) fleksibilitas dan kompromi; dan (5) saling menghargai antar anggota kelompok (Greenstein dalam Dhitasarifa, Yuliatun, & Savitri, 2023). Keterampilan kolaborasi memiliki beberapa indikator yang meliputi kerja sama kelompok secara efektif, kerja sama secara berkelompok dengan anggota tim yang beragam, berkontribusi individu dengan *jobdesc* yang telah dibuat dan disetujui oleh masing-masing anggota tim, beradaptasi dengan sesama anggota tim, bertanggung jawab bersama untuk melakukan pekerjaan bersama, berkompromi untuk mencapai tujuan bersama dan bermusyawarah dalam mengambil keputusan, serta berkomunikasi secara efektif dalam kelompok (Trilling & Fadel, 2009). Indikator kemampuan kolaborasi tersebut akan dijabarkan pada tabel berikut:

Tabel 3. Indikator Keterampilan Kolaborasi Peserta Didik

Indikator	Keterangan
Kerja sama	Kerjasama secara berkelompok dengan tim secara efektif
Tanggung jawab	Bertanggung jawab secara penuh dalam menyelesaikan masalah yang diberikan dalam kelompok Berkontribusi atas tanggung jawab yang telah ditentukan
Kompromi	Berkompromi untuk mencapai tujuan bersama dan bermusyawarah dalam menentukan keputusan.
Komunikasi	Mengomunikasikan secara lisan dan tulisan dalam berpendapat untuk menyelesaikan masalah
Fleksibilitas	Beradaptasi dengan sesama anggota tim Menghargai pendapat orang lain

Berdasarkan penjelasan yang telah dipaparkan di atas, dapat disimpulkan bahwa kemampuan kolaborasi sangat penting untuk dikembangkan di abad 21 ini. Kemampuan kolaborasi juga sangat penting untuk menghadapi suatu permasalahan dan penyelesaian permasalahan tersebut secara bersama-sama. Hal ini karena dengan adanya keterampilan kolaborasi yang baik, dapat memudahkan peserta didik untuk mengemukakan gagasan, mendalami dan menguasai ilmu pengetahuan yang sedang dipelajari, serta mencapai hasil belajar yang maksimal dari pembelajaran.

2.5 Materi Bioteknologi

Bioteknologi berasal dari istilah Latin, yaitu *bio* artinya hidup, *tekno* artinya penerapan, dan *logos* yang artinya ilmu. Bioteknologi adalah cabang ilmu biologi yang mempelajari tentang pemanfaatan makhluk hidup (bakteri, virus, fungi, dan lain-lain) maupun produk (enzim, alkohol, antibiotik, asam organik) dari makhluk hidup dalam proses produksi untuk menghasilkan barang dan jasa yang dapat digunakan oleh manusia. Pada ranah kognitif, materi bioteknologi masuk ke dalam materi kelas IX semester genap kurikulum merdeka dan dimuat pada fase D yaitu peserta didik mengidentifikasi pewarisan sifat dan **penerapan bioteknologi dalam kehidupan sehari-hari**. Adapun keluasan dan kedalam materi capaian pembelajaran tersebut disajikan pada tabel berikut ini:

Tabel 4. Keluasan dan Kedalaman Materi Capaian Pembelajaran

Elemen	Capaian Pembelajaran
Pemahaman IPA	Pada fase D peserta didik mengidentifikasi pewarisan sifat dan penerapan bioteknologi dalam kehidupan sehari-hari
Keluasan	Kedalaman
Konsep bioteknologi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Prinsip dasar bioteknologi <ol style="list-style-type: none"> a. Prinsip dasar bioteknologi konvensional b. Prinsip dasar bioteknologi modern 2. Jenis Bioteknologi <ol style="list-style-type: none"> a. Bioteknologi Konvensional <ul style="list-style-type: none"> - Tape - Tempe - Kecap b. Bioteknologi Modern <ul style="list-style-type: none"> - Rekayasa Genetika - Kloning
Peran Bioteknologi dalam kehidupan sehari-hari	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peran bioteknologi dalam berbagai bidang kehidupan manusia <ol style="list-style-type: none"> a. Bidang pangan b. Bidang kesehatan c. Bidang pertanian d. Bidang peternakan 2. Dampak peranan bioteknologi dalam kehidupan manusia <ol style="list-style-type: none"> a. Dampak positif bioteknologi b. Dampak negatif bioteknologi
Penerapan bioteknologi di lingkungan sekitar	Membuat salah satu produk bioteknologi konvensional yang ada di lingkungan sekitar peserta didik
Elemen	Capaian Pembelajaran
Keterampilan proses	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengamati Menggunakan berbagai alat bantu dalam melakukan pengukuran dan pengamatan. Memperhatikan detail yang relevan dari objek yang diamati. 2. Mempertanyakan dan memprediksi Peserta didik dapat mengajukan pertanyaan lebih lanjut untuk memperjelas hasil pengamatan dan membuat prediksi tentang penyelidikan ilmiah 3. Merencanakan dan melakukan penyelidikan Merencanakan dan melakukan langkah-langkah operasional berdasarkan referensi yang benar untuk menjawab pertanyaan. Peserta didik menggunakan berbagai jenis variabel untuk membuktikan prediksi. 4. Memproses, menganalisis data, dan informasi Menyajikan data dalam bentuk tabel, grafik, dan model serta menjelaskan hasil pengamatan. Mengumpulkan data dari penyelidikan menggunakan pemahaman sains untuk mengidentifikasi hubungan dan menarik kesimpulan berdasarkan bukti ilmiah.

5. Mengevaluasi dan refleksi

Mengevaluasi kesimpulan melalui perbandingan dengan teori yang ada. Menunjukkan kelebihan dan kekurangan proses penyelidikan. Menunjukkan permasalahan pada metodologi.

6. Mengomunikasikan hasil

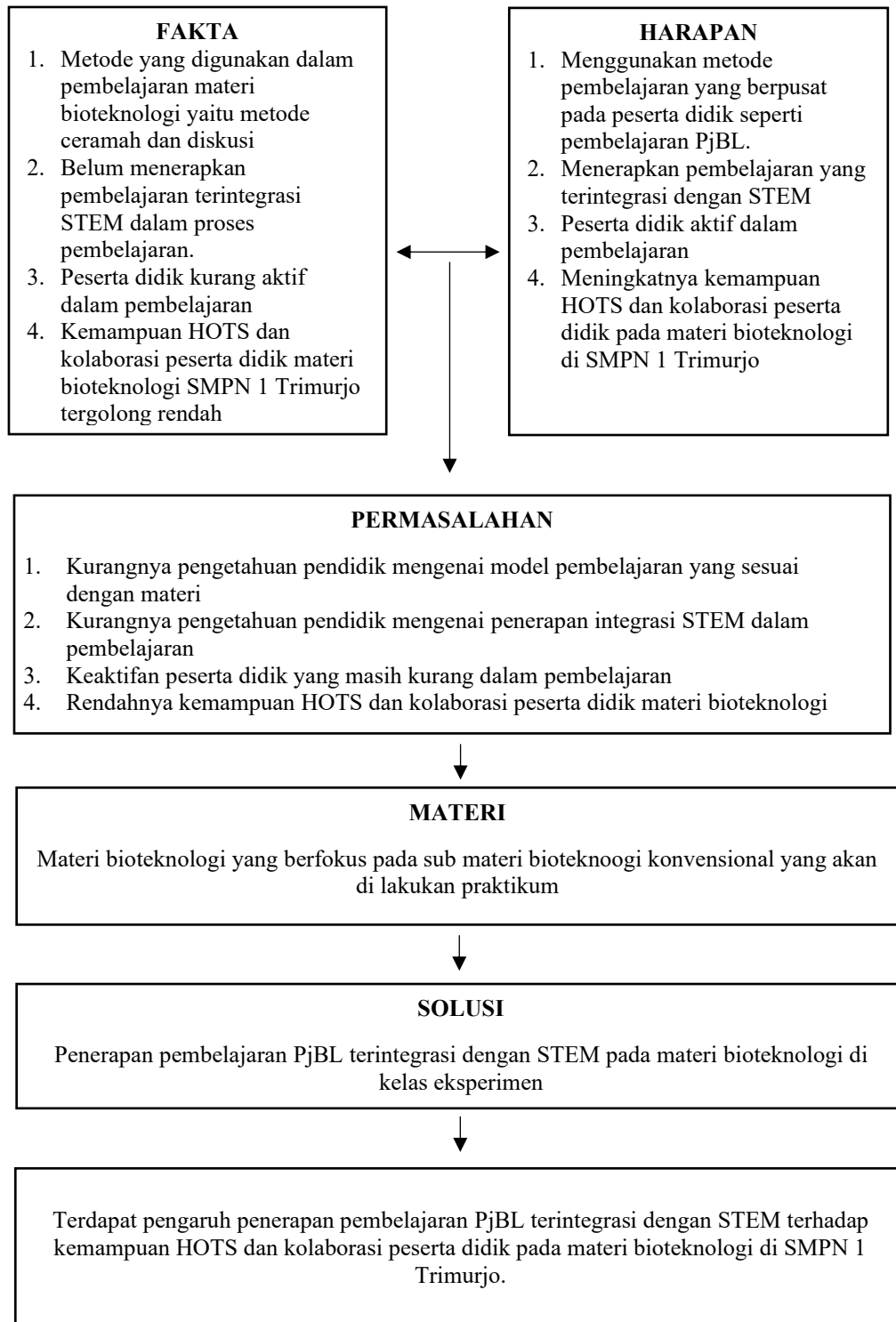
Mengomunikasikan hasil penyelidikan secara utuh yang ditunjang dengan argumen, bahasa, serta konvensi sains yang sesuai konteks penyelidikan. Menunjukkan pola berpikir sistematis sesuai format yang ditentukan.

2.6 Kerangka Pikir

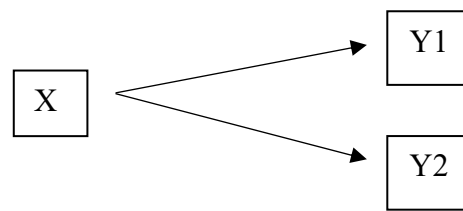
Berdasarkan yang telah dipaparkan pada kajian pustaka, dapat diketahui bahwa di abad 21 ini menuntut peserta didik memiliki keterampilan 6C yaitu *character* (karakter), *citizenship* (kewarganegaraan), *critical thinking* (berpikir kritis), *creativity* (kreatif), *collaboration* (kolaborasi), dan *communication* (komunikasi). Untuk itu peserta didik harus mengembangkan pemikirannya secara luas agar dapat menyelesaikan suatu masalah secara mandiri, peserta didik dikatakan mampu menyelesaikan suatu masalah apabila peserta didik tersebut dapat menelaah suatu permasalahan dan mampu menggunakan pengetahuannya ke dalam situasi baru. Kemampuan inilah yang biasanya dikenal sebagai HOTS. Pembelajaran yang menerapkan kemampuan HOTS ini belum diterapkan di SMPN 1 Trimurjo. Pembelajaran masih berpusat pada guru dan metode yang digunakan pun belum sesuai sehingga hasil belajar pada materi bioteknologi pun rendah. Akibatnya, kemampuan kolaborasi antar peserta didik juga tidak terjalin. Oleh karena itu dibutuhkan pembelajaran yang berpusat pada siswa dan menjadikan guru sebagai fasilitator dapat memberi dampak yang baik terhadap kemampuan HOTS dan kolaborasi peserta didik.

Salah satu model pembelajaran yang dapat diterapkan yaitu pembelajaran PjBL terintegrasi dengan STEM karena dengan pembelajaran ini peserta didik dapat melaksanakan kegiatan merancang dan melakukan sebuah proyek untuk menghasilkan sebuah produk secara berkelompok. Pada STEM terdapat empat disiplin ilmu yang dapat diintegrasikan dalam pembelajaran. Hal ini membuat peserta didik dilatih untuk mengembangkan kolaborasi dengan

kelompok dan membuat pembelajaran lebih bermakna. Sehingga pengetahuan akan lebih mudah diserap dan dipahami oleh peserta didik, yang berdampak pada meningkatnya kemampuan HOTS dan kolaborasi peserta didik.



Gambar 1. Bagan Kerangka Pikir



Gambar 2. Hubungan Antara Variabel Bebas dan Variabel Terikat

Keterangan:

X : Pembelajaran PjBL terintegrasi dengan STEM (Variabel Bebas)

Y1 : Kemampuan HOTS peserta didik (Variabel Terikat)

Y2 : Kemampuan kolaborasi peserta didik (Variabel Terikat)

2.7 Hipotesis Penelitian

Hipotesis adalah jawaban sementara terhadap rumusan masalah penelitian yang diajukan (Sugiyono, 2013). Berdasarkan uraian dari kerangka berpikir, maka hipotesis penelitian yang dapat dirumuskan adalah sebagai berikut:

1. H_0 : Tidak terdapat pengaruh penggunaan pembelajaran PjBL terintegrasi dengan STEM terhadap kemampuan HOTS peserta didik materi bioteknologi kelas IX SMPN 1 Trimurjo
2. H_1 : Terdapat pengaruh penggunaan pembelajaran PjBL terintegrasi dengan STEM terhadap kemampuan HOTS peserta didik materi bioteknologi kelas IX SMPN 1 Trimurjo

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada semester genap tahun Pelajaran 2023/2024 di kelas IX SMPN 1 Trimurjo, Kecamatan Trimurjo, Kabupaten Lampung Tengah, Provinsi Lampung.

3.2 Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi pada penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas IX SMPN Trimurjo, Kecamatan Trimurjo, Kabupaten Lampung Tengah, Provinsi Lampung Tahun Pelajaran 2023/2024 yang tersebar dalam 10 kelas. Sampel yang digunakan pada penelitian ini diambil dari populasi dengan teknik *purposive sampling*, yaitu teknik penentuan sampel dengan pertimbangan tertentu (Sugiyono, 2013:85). Dari populasi tersebut kelompok sampel yang ditetapkan adalah dua kelas sebagai kelas kontrol dan eksperimen. Kelas IX.7 dengan jumlah 30 peserta didik sebagai kelas kontrol dengan metode diskusi dan kelas IX.9 dengan jumlah 28 peserta didik sebagai kelas eksperimen dengan penerapan pembelajaran PjBL terintegrasi dengan STEM. Sehingga jumlah keseluruhan sampel yaitu 58 peserta didik serta kurikulum yang digunakan yaitu kurikulum merdeka.

3.3 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan kuasi eksperimen (*quasi experiment*) dengan desain penelitian pretest-posttest kelompok non-ekivalen (*pretest-posttest nonequivalent control group*). Untuk kemampuan HOTS, peneliti memberikan perlakuan berupa penerapan pembelajaran PjBL terintegrasi dengan STEM pada kelas eksperimen, sedangkan untuk kelas kontrol

menggunakan metode diskusi. Kemudian peneliti memberikan pretest kepada dua kelompok untuk mengetahui dan mengontrol kondisi awal. Lalu peneliti memberikan perlakuan pada kelas eksperimen yaitu penggunaan pembelajaran PjBL terintegrasi dengan STEM dan kemudian memberikan postes. Sedangkan pada kelompok kontrol peneliti membiarkan tanpa perlakuan namun tetap memberikan postes. Setelah itu, hasil postes pada kedua kelompok dibandingkan untuk di uji perbedaannya (Hasnunidah, 2017).

Tabel 5. Desain Pretest-Protest Kelompok Non Ekuivalen

Kelompok	Pretest	Perlakuan	Posttest
Eksperimen	O1	X1	O2
Kontrol	O3	X2	O4

(Dimodifikasi dari Sugiyono, 2013)

Keterangan:

- O1 = Hasil *pretest* kelas eksperimen
- O3 = Hasil *pretest* kelas kontrol
- X1 = Pembelajaran PjBL terintegrasi dengan STEM
- X2 = Pembelajaran dengan metode diskusi
- O2 = Hasil *posttest* kelas eksperimen
- O4 = Hasil *posttest* kelas kontrol

3.4 Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dalam tiga tahapan, yaitu tahap awal, tahap pelaksanaan penelitian, dan tahap akhir. Adapun langkah-langkah pada setiap tahap adalah sebagai berikut:

1. Tahap Awal

Pada tahap awal, peneliti mempersiapkan hal-hal mengenai penelitian yang akan dilakukan yaitu:

- a. Melakukan observasi ke sekolah tempat penelitian dengan wawancara guru IPA kelas IX
- b. Menentukan populasi dan sampel yang digunakan dalam penelitian.
- c. Menyusun perangkat pembelajaran yang terdiri dari capaian pembelajaran (CP), tujuan pembelajaran (TP), alur tujuan pembelajaran (ATP), modul ajar, dan LKPD. Modul ajar kelas eksperimen dibuat dengan penggunaan pembelajaran PjBL

terintegrasi dengan STEM sedangkan modul ajar kelas kontrol dibuat dengan metode diskusi pendekatan saintifik

- d. Menyusun instrumen yang akan digunakan dalam penelitian yaitu lembar *pretest-postes*, rubrik penilaian, dan kisi-kisi sebagai pedoman penilaian peserta didik.
- e. Membuat instrumen yang digunakan dalam penelitian, meliputi: lembar angket tanggapan peserta didik terhadap pembelajaran PjBL terintegrasi dengan STEM dan lembar angket kolaborasi peserta didik.
- f. Melakukan analisis uji coba instrumen
- g. Merevisi instrumen penelitian yang tidak valid dan reliabel

2. Tahap Pelaksanaan Penelitian

Pada tahap pelaksanaan, kegiatan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1) Kelas Eksperimen

- a. Memberikan *pretest* untuk mengukur kemampuan HOTS peserta didik sebelum diberi perlakuan
- b. Memberikan perlakuan dengan menerapkan pembelajaran PjBL terintegrasi dengan STEM pada materi bioteknologi sesuai dengan modul ajar
- c. Memberikan *posttest* untuk mengukur kemampuan HOTS setelah diberikan perlakuan
- d. Melakukan pengamatan mengenai peningkatan kolaborasi peserta didik menggunakan lembar penilaian
- e. Melakukan analisis terhadap rubrik penilaian keterampilan kolaborasi peserta didik selama proses pembelajaran.
- f. Mengamati dan menilai *pretest-posttest* pada proses pembelajaran untuk menilai kemampuan HOTS peserta didik.

2) Kelas Kontrol

- a. Melakukan *pretest* terkait materi bioteknologi
- b. Melaksanakan proses pembelajaran dengan metode diskusi

- c. Melakukan pengamatan mengenai keterampilan kolaborasi peserta didik menggunakan lembar penilaian.
- d. Melakukan analisis terhadap rubrik keterampilan kolaborasi selama proses pembelajaran
- e. Melaksanakan *posttest*

3. Tahap Akhir

Pada tahap akhir ini, kegiatan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Mengolah data hasil *pretest* dan *posttest* mengenai kemampuan HOTS dan menganalisis hasil data lembar penilaian mengenai keterampilan kolaborasi
- b. Menuliskan hasil data *pretest* dan *posttest*, lembar observasi, dan angket tanggapan peserta didik dalam bentuk tabel dan pembahasan
- c. Memberikan kesimpulan berdasarkan hasil yang diperoleh dari menganalisis data

3.5 Jenis dan Teknik Pengumpulan Data

Adapun jenis dan teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1) Jenis Data Penelitian

Jenis data pada penelitian ini adalah data data kuantitatif dan kualitatif.

Data kuantitatif berupa data kemampuan HOTS peserta didik yang diperoleh dari nilai *pretest* dan *posttest* peserta didik. Data kualitatif dalam penelitian ini adalah hasil data kemampuan kolaborasi serta hasil data tanggapan atau respon peserta didik terhadap penggunaan pembelajaran PjBL terintegrasi dengan STEM.

2) Teknik Pengumpulan Data

Berikut ini adalah teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu:

a. Tes

Penelitian ini menggunakan hasil tes awal (*pretest*) dan tes akhir (*posttest*) untuk mengukur kemampuan HOTS peserta didik materi

bioteknologi yang digunakan sebagai data kuantitatif. Nilai *pretest* diambil di pertemuan pertama pada kedua kelas, begitu pun dengan hasil nilai *posttest* yang diambil di akhir pertemuan pembelajaran. Pertanyaan pada soal tes memuat aspek kemampuan HOTS dengan capaian pembelajaran pada elemen pemahaman IPA “Peserta didik mengidentifikasi pewarisan sifat dan **penerapan bioteknologi di lingkungan sekitar**”. Bentuk tes yang diberikan berupa soal uraian dengan bobot yang disesuaikan dengan kriteria poin yang telah ditentukan. Rumus perhitungan yang digunakan dalam nilai *pretest* dan *posttest* adalah sebagai berikut:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah skor jawaban benar}}{\text{Jumlah skor total}} \times 100$$

b. Lembar Penilaian

1. Lembar Observasi Keterampilan Kolaborasi Peserta Didik

Lembar observasi digunakan sebagai pedoman yang disusun secara rinci untuk mengukur beberapa aspek yang ingin teliti, salah satunya yaitu keterampilan kolaborasi yang didasari kegiatan diskusi selama proses pembelajaran. Lembar observasi keterampilan kolaborasi peserta didik menggunakan lembar observasi yang terdiri dari 5 indikator menurut Triling & Fadel (2009) yaitu kerja sama, tanggungjawab, kompromi, komunikasi, dan fleksibilitas. Berikut ini lembar observasi kemampuan kolaborasi peserta didik.

Tabel 6. Lembar Observasi Kemampuan Kolaborasi

No.	Nama	Skor Aspek Kolaborasi					Total Skor	Presentase	Kriteria
		A	B	C	D	E			
1.									
2.									
3.									
Dst.									

Keterangan: A: Kerja sama, B: Tanggung jawab, C: Kompromi, D: Komunikasi, E: Fleksibilitas.

Presentase nilai keterampilan kolaborasi kemudian dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan:

\bar{X} = rata-rata skor kolaborasi peserta didik
 $\sum x_i$ = jumlah skor kolaborasi yang diperoleh
 n = jumlah skor kolaborasi maksimum

Hasil data dari lembar observasi keterampilan kolaborasi peserta didik direkap menggunakan penilaian acuan patokan. Nilai didapatkan dari hasil rekap lembar observasi keterampilan kolaborasi peserta didik kemudian nilai yang didapatkan dikategorikan. Kriteria kemampuan kolaborasi berdasarkan penilaian acuan patokan seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel 7. Kriteria Kemampuan Kolaborasi

Presentase Nilai	Kategori
81 - 100	Sangat baik
61 - 80	Baik
41 - 60	Cukup baik
21 - 40	Kurang baik
0 - 20	Tidak baik

(Sumber: Widyoko dalam Sufajar & Qosyim, 2022)

2. Lembar Observasi Tanggapan Peserta Didik

Teknik yang digunakan pengumpulan data tanggapan peserta didik terhadap penggunaan pembelajaran PjBL terintegrasi dengan STEM yaitu dengan teknik skala *Likert* untuk mengukur sikap, pendapat, dan persepsi seseorang atau sekelompok orang tentang fenomena sosial yaitu variabel penelitian. Jawaban setiap item instrumen pada mempunyai gradasi dari sangat positif sampai sangat negatif, yang dapat berupa kata-kata seperti: sangat setuju, setuju, ragu-ragu, tidak setuju, dan sangat tidak setuju.

Tabel 8. Lembar Angket Tanggapan Peserta Didik

No.	Pernyataan	Tanggapan				
		SS	S	R	TS	STS
1.						
2.						
Dst.						

Keterangan: SS (Sangat Setuju), S (Setuju), R (Ragu-ragu), TS (Tidak Setuju), STS (Sangat Tidak Setuju).

Presentase respon atau tanggapan peserta didik selanjutnya dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{skor} = \frac{\text{skor jawaban siswa}}{\text{skor maksimal}} \times 100\%$$

Hasil presentase tersebut kemudian diinterpretasikan dengan kriteria sebagai berikut.

Tabel 9. Interpretasi Skala *Likert*

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

(Sumber: Nugraheni, 2018)

3.6 Uji Coba Instrumen

a. Uji Validitas

Validitas adalah derajat ketepatan antara data yang terjadi pada obyek penelitian dengan daya yang dapat dilaporkan oleh peneliti (Sugiyono, 2013). Untuk mengukur validitas tes dilakukan dengan bantuan program SPSS menggunakan *Pearson Product Moment Correlation – Bivariate*. Kevalidan soal dilakukan dengan kriteria pengujian:

1. Jika $r \text{ hitung} > r \text{ tabel}$, maka intrumen dikatakan valid
2. Jika $r \text{ hitung} < r \text{ tabel}$, maka instrumen dikatakan tidak valid

Dengan demikian, untuk mengintepretasikan hasil dari nilai uji validitas tersebut, maka digunakan kriteria validitas instrumen seperti pada tabel di bawah ini.

Tabel 10. Interpretasi Kriteria Validitas

Koefisien Validitas	Kriteria
0,80 – 1,00	Sangat tinggi
0,60 – 0,79	Tinggi
0,40 – 0,59	Cukup
0,20 – 0,39	Rendah
0,00 – 0,19	Sangat rendah

(Sumber: Zulfiana, Gunamantha, & Putrayasa, 2023)

Instrumen soal berisi 20 butir soal pilihan ganda beralasan yang telah diujikan pada peserta didik kelas IX.5 SMPN 1 Trimurjo yang telah belajar materi bioteknologi. Pengujian soal tersebut bertujuan untuk mendapatkan soal yang valid untuk digunakan sebagai soal *pretest* dan *posttest* dalam kegiatan penelitian. Berikut hasil data validitas instrument soal di bawah ini:

Tabel 11. Hasil Uji Validitas Instrumen Soal

No.	Kriteria Soal	Nomor Soal	Jumlah Soal
1.	Valid	2, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 19, 20	13
2.	Tidak Valid	1, 3, 5, 9, 16, 17, 18	7
Jumlah Soal			20

Berdasarkan Tabel 11 dapat diketahui bahwa terdapat 13 soal valid dan 7 soal tidak valid. Dari 13 soal valid, dipilih sebanyak 10 soal dengan mempertimbangkan proporsionalitas jumlah soal setiap indikator. Soal-soal tersebut dalam indikator kemampuan HOTS pada tabel berikut:

Tabel 12. Distribusi Soal Valid

No.	Indikator	Nomor Soal	Jumlah Soal
1.	C4	1, 3, 5, 8	4
2.	C5	2, 4, 9	3
3.	C6	6, 8, 10	3

b. Uji Reliabilitas

Untuk mengukur reliabilitas tes menggunakan bantuan program SPSS dengan uji *Cronbach's Alpha*. Instrumen dapat dikatakan reliabel

apabila nilai r hitung > r tabel. Interpretasi kriteria reliabilitas dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 13. Interpretasi Kriteria Reliabilitas

Indeks Reliabilitas	Kriteria
0,80 – 1,00	Sangat tinggi
0,60 – 0,80	Tinggi
0,40 – 0,60	Cukup
0,20 – 0,40	Rendah
0,00 – 0,20	Sangat rendah

(Sumber: Riyani, Maizora, & Hanifah., 2017)

Berdasarkan perhitungan menggunakan SPSS versi 27, butir soal yang valid dan digunakan untuk penelitian kemudian di uji *Cronbach's Alpha* dan diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 14. Hasil Uji Reliabilitas

Reliability Statistics		
<i>Cronbach's Alpha</i>	<i>N of Items</i>	Tingkat Reliabilitas
.719	13	Tinggi

Berdasarkan hasil uji reliabilitas pada tabel 14, dapat disimpulkan bahwa interpretasi soal memiliki tingkat reliabilitas yang tinggi. Dengan demikian, soal instrument penelitian yang digunakan reliabel.

c. Taraf Kesukaran

Taraf atau tingkat kesukaran soal adalah peluang untuk menjawab benar suatu soal pada suatu tingkatan kemampuan atau untuk mengetahui sebuah soal itu tergolong mudah atau sukar. Kriteria taraf kesukaran soal yaitu makin kecil indeks yang diperoleh, makin sulit soal tersebut dan sebaliknya. Berikut ini interpretasi tingkat kesukaran soal tersaji pada tabel berikut:

Tabel 15. Interpretasi Tingkat Kesukaran

Interval	Interpretasi
0,00 – 0,30	Sukar

0,31 – 0,70	Sedang
0,71 – 1,00	Mudah

(Fatimah & Alfath, 2019)

Setelah dilakukan uji taraf kesukaran, diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 16. Hasil Tingkat Kesukaran Butir Soal

Nomor Soal	Tingkat Kesukaran	Jumlah Soal
4,10	Sukar	2
2,6,7,8,11,13,14,15,19,20	Sedang	8

Berdasarkan tabel 16 dapat diketahui bahwa dari 20 soal, 2 soal dengan kategori sukar dan 8 soal dengan kategori sedang.

d. Daya pembeda soal

Menurut Sudijono dalam Amalia & Widayati (2012), daya pembeda soal adalah kemampuan suatu butir soal tes kemampuan HOTS untuk dapat membedakan antara peserta didik yang berkemampuan tinggi dengan yang berkemampuan rendah. Daya pembeda soal dapat diketahui dengan melihat besar kecilnya angka indeks diskriminasi soal yang merupakan sebuah angka yang menunjukkan besar kecilnya daya. Hasil perhitungan daya beda diinterpretasikan pada tabel berikut

Tabel 17. Interpretasi Kriteria Daya Beda

Nilai	Interpretasi
Bertanda negatif	Buruk sekali
0,00 – 0,19	Jelek (<i>poor</i>)
0,20 – 0,40	Cukup (<i>satisfactory</i>)
0,40 – 0,70	Baik (<i>good</i>)
0,70 – 1,00	Baik sekali (<i>excellent</i>)

(Sumber: Fatimah & Alfath, 2019)

Tabel 18. Hasil Uji Daya Beda Butir Soal

Nomor Soal	Kriteria Daya	Jumlah Soal
10	Baik	1
4,6,7,8,10,11,12,13,14,15,19,20	Cukup	9

3.7 Teknik Analisa Data

1) Uji Normalitas Data

Uji normalitas data dilakukan menggunakan bantuan program SPSS dengan uji *Kolmogorov-Smirnov Test*. Uji normalitas digunakan untuk mengetahui sampel penelitian apakah merupakan jenis data yang berdistribusi normal atau tidak normal.

a. Hipotesis

H_0 : Data berdistribusi normal

H_1 : Data berdistribusi tidak normal

b. Kriteria Pengujian

H_0 diterima apabila *Sig.* > 0,05, maka data berdistribusi normal

H_0 ditolak apabila *Sig.* < 0,05, maka data tidak berdistribusi normal

2) Uji Homogenitas (Kesamaan Dua Varians)

Uji homogenitas bertujuan untuk melihat apakah suatu sampel dengan jumlah dua atau lebih memiliki varians yang sama (homogen). Pada penelitian ini uji homogenitas dilakukan menggunakan bantuan program SPSS dengan uji *Levene Test* dengan taraf signifikansi 5%

a. Hipotesis

H_0 : Kedua sampel memiliki varians sama

H_1 : Kedua sampel memiliki varians tidak sama

b. Kriteria uji

H_0 diterima apabila *Sig.* > 0,05

H_0 ditolak apabila *Sig.* < 0,05

3) Gain Ternormalisasi (*N-gain*)

Uji gain ternormalisasi (*N-Gain*) dilakukan untuk mengetahui perbedaan kemampuan HOTS peserta didik setelah diberikan perlakuan. *N-Gain* merupakan perbandingan skor gain aktual dengan skor gain maksimum.

Perhitungan *N-gain* dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Hasil dari skor *N-gain* yang telah didapatkan kemudian dikategorikan ke dalam tabel berikut:

Tabel 19. Kriteria pengelompokan N-gain

Indeks Gains	Kriteria
$g \geq 0,7$	Tinggi
$0,3 < g < 0,7$	Sedang
$g < 0,3$	Rendah

(Jelita, Odja, & Setiawan, 2022)

4) Uji Hipotesis dengan *Independent Sample T-test* (Uji T)

Uji hipotesis dalam penelitian ini yaitu menggunakan uji-t. Uji-t menggunakan bantuan program SPSS *Independent Sampel t-Test*. Uji-t dilakukan untuk membandingkan rata-rata pada kelas eksperimen dan rata-rata pada kelas kontrol

a. Hipotesis:

H_0 = Tidak terdapat pengaruh penggunaan pembelajaran PjBL terintegrasi dengan STEM terhadap kemampuan HOTS peserta didik materi bioteknologi kelas IX SMPN 1 Trimurjo

H_1 : Terdapat pengaruh penggunaan pembelajaran PjBL terintegrasi dengan STEM terhadap kemampuan HOTS peserta didik materi bioteknologi kelas IX SMPN 1 Trimurjo

b. Kriteria Uji

Berdasarkan nilai Signifikansi (*Sig.*)

1. Apabila nilai Signifikansi (*Sig.*) $< 0,05$ maka H_0 ditolak
2. Apabila nilai Signifikansi (*Sig.*) $\geq 0,05$ maka H_0 tidak dapat ditolak (Purnomo, 2016).

5) *Effect Size*

Effect size dapat menghitung seberapa besar pengaruh penerapan pembelajaran PjBL terintegrasi dengan STEM kemampuan HOTS dan kolaborasi peserta didik. *Effect size* merupakan ukuran besarnya korelasi atau perbedaan, atau efek dari suatu variabel pada variabel lain. Variabel-variabel yang terkait biasanya berupa variabel respon, atau disebut juga variabel independent dan variabel hasil (*outcome variable*), atau sering

disebut variabel dependen (Santoso, 2010). Untuk menghitung *effect size*, digunakan rumus *Cohen's d* sebagai berikut:

$$d = \frac{\bar{X}_t - \bar{X}_c}{SD \text{ pooled}}$$

Keterangan:

d : Nilai *effect size*

\bar{X}_t : Nilai rata-rata kelas eksperimen

\bar{X}_c : Nilai rata-rata kelas kontrol

SD pooled : Standar deviasi

Berikut ini merupakan interpretasi hasil *effect size* yang tersaji pada tabel berikut:

Tabel 20. Kriteria Interpretasi nilai Cohen's d

<i>Effect Size</i>	Interpretasi Efektivitas
0 – 0,20	Sangat rendah
0,21 – 0,50	Rendah
0,51 – 1.00	Sedang
>1.00	Tinggi

(Sumber: Cohen dalam Cahyaningsih & Roektingroem, 2018)

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Terdapat pengaruh penggunaan pembelajaran PjBL terintegrasi dengan STEM terhadap kemampuan HOTS peserta didik materi bioteknologi kelas IX SMPN 1 Trimurjo
2. Terdapat pengaruh penggunaan pembelajaran PjBL terintegrasi dengan STEM terhadap kolaborasi peserta didik materi bioteknologi kelas IX SMPN 1 Trimurjo

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, maka peneliti menyarankan:

1. Pada penelitian ini peningkatan kemampuan HOTS peserta didik masih rendah pada indikator C4 (menganalisis). Sehingga penelitian selanjutnya diharapkan supaya lebih memberikan pembiasaan soal dalam menganalisis suatu masalah agar mendapatkan hasil yang lebih maksimal.
2. Peneliti menyarankan materi pada Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) harus berartikan kajian dari penelitian dan menyesuaikan dengan pembelajaran serta materi yang diajarkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ainurrahman, Rusdiono, Sulistyarini, Maryuni, S., Sutarman, Bistari, Herawati, H., Hilda, & Nurdini, A. (2021). Panduan Pengembangan Bahan Ajar yang Berorientasi pada *Higher Order Thinking Skills* (HOTS). Universitas Tanjungpura
- Agung, P., & Sutji, M. (2022). Rancangan Pembelajaran Berkarakteristik dan Inovatif Abad 21 pada Materi Gelombang dengan Model Pembelajaran *Discovery Learning* di SMKN 1 Dukuhturi. *Cakrawala: Jurnal Pendidikan*, 214-221.
- Amalia, A. N., & Widayati, A. (2012). Analisis Butir Soal Tes Kendali Mutu Kelas XII SMA Mata Pelajaran Ekonomi Akuntansi di Kota Yogyakarta Tahun 2012. *Jurnal Pendidikan Akuntansi Indonesia*, 10(1).
- Angraini, G., & Sriyati, S. (2019). Analisis Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa SMAN Kelas X di Kota Solok pada Konten Biologi. *1*(1), 114–124.
- Ardianti, S. D., Pratiwi, I. A., & Kanzunudin, M. (2017). Implementasi *Project Based Learning* (PjBL) Berpendekatan *Science Edutainment* Terhadap Kreativitas Peserta Didik. *Refleksi Edukatika: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 7(2).
- Ayu, P. S., Marhaeni, A. A. I. N., & Budiadnyana, P. (2018). Pengembangan Instrumen Asesmen Keterampilan Belajar dan Berinovasi pada Mata Pelajaran IPA SD. *PENDASI: Jurnal Pendidikan Dasar Indonesia*, 2(2), 90-100.
- Baharin, N., Kamarudin, N., & Manaf, U.K.A. (2018). *Integrating STEM Education Approach in Enhancing Higher Order Thinking Skills. International Journal of Academic Research in Bussiness, and Social Sciences*. 8 (7): 810-822.
- Cahyaningsih, F., & Roektingroem, E. (2018). Pengaruh Pembelajaran IPA Berbasis STEM-PBL terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Kognitif. *Jurnal TPACK IPA*, 7(5), 239-244.

- Dhitasarifa, I., Yuliatun, A. D., & Savitri, E. N. (2023, July). Penerapan Model *Problem Based Learning* Untuk Meningkatkan Keterampilan Kolaborasi Peserta Didik pada Materi Ekologi di SMP Negeri 8 Semarang. In *Proceeding Seminar Nasional IPA*.
- Erlinawati, C. E., Bektiarso, S., & Maryani, M. (2019). Model Pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEM pada Pembelajaran Fisika. *Fkip E-Proceeding*, 4(1), 1-4.
- Fatimah, L. U., & Alfath, K. (2019). Analisis Kesukaran Soal, Daya Pembeda, dan Fungsi Distraktor. *AL-MANAR: Jurnal Komunikasi dan Pendidikan Islam*, 8(2), 37-64.
- Fitriyani, A., Toto, T., & Erlin, E. (2020). Implementasi Model PjBL-STEM untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi. *Bioed: Jurnal Pendidikan Biologi*, 8(2), 1-6.
- Hikmah, S., Devani, A., & Ngazizah, N. (2019). HOTS dan Kaitannya dengan Kemampuan Literasi Sains Pembelajaran IPA SD. *Seminar Nasional Pendidikan dan Call for Papers (SNDIK) I 2019*.
- Ilmiyatni, F., Jalmo, T., & Yolida, B. (2019). Pengaruh *Problem Based Learning* terhadap Keterampilan Kolaborasi dan Berpikir Tingkat Tinggi. *Jurnal Bioterdidik: Wahana Ekspresi Ilmiah*, 7(2), 35-45.
- Jannah, F., Radiansyah, R., Sari, R., Kurniawan, W., Aisyah, S., Wardini, S., & Fahlevi, R. (2022). Pembelajaran HOTS Berbasis Pendekatan Lingkungan di Sekolah Dasar. *Primary: Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 11(1), 189–197.
- Jelita, N. T., Odja, A. H., & Setiawan, D. G. E. (2022). Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbantuan Video dengan Implementasi *Blended Learning* Terhadap Hasil Belajar. *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 8(1), 109-114.
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). *A Conceptual Framework for Integrated STEM Education*. *International Journal of STEM education*, 3, 1-11.
- Kusnandar, D. (2019). Pengaruh Model *Problem Based Learning* Terhadap Hasil Belajar Kognitif dan Motivasi Belajar IPA. *Madrascience: Jurnal Pendidikan Islam, Sains, Sosial, dan Budaya*, 1(1), 17-30.
- Purnomo, R. A. (2016). *Analisis Statistik Ekonomi dan Bisnis dengan SPSS*. Ponorogo: Wade Group.
- Laboy-Rush, D. (2011). *Integrated STEM Education Through Project-Based Learning*. *Learning. com*, 12(4).

- Litbang Kemendikbud. (2013). Kurikulum 2013: Pergeseran Paradigma Belajar Abad-21. <https://repositori.kemdikbud.go.id/10982/1/PEMBELAJARAN%20BERBASIS%20KEHIDUPAN.pdf>. Diakses 20 Desember 2023.
- Litbang Kemendikbud. (2013). Mengenal Peran 6C dalam Pembelajaran Abad-21. <https://www.kemdikbud.go.id/main/blog/2022/09/mengenal-peran-6c-dalam-pembelajaran-abad-ke21>. Diakses 20 Desember 2023
- Lelasari, M., Setyosari, P., & Ulfa, S. (2017). Pemanfaatan *Social Learning Network* dalam Mendukung Keterampilan Kolaborasi Siswa. In *Seminar Nasional Teknologi Pembelajaran dan Pendidikan Dasar* (pp. 167-172).
- Lutfi, L., Ismail, I., & Azis, A. A. (2018). Pengaruh *Project Based Learning* Terintegrasi STEM Terhadap Literasi Sains, Kreativitas, dan Hasil Belajar Peserta Didik. *Seminar Nasional Biologi dan Pembelajarannya Inovasi Pembelajaran dan Penelitian Biologi Berbasis Potensi Alam*.
- Mariamah, S., Bachtiar, M. Y., & Indrawati, I. (2021). Penerapan *Project Based Learning* untuk Meningkatkan Kemampuan Kolaborasi Anak Usia Dini. *Jurnal Profesi Kependidikan*, 2(1), 125-130.
- Muis, A., & Dewi, L. (2021). *Day Care Management Course Design Based on OBE and PjBL for Teacher Education of Early Childhood Education Program*. *Inovasi Kurikulum*, 18(2), 128-140.
- Mulyani, T. (2019). Pendekatan Pembelajaran STEM untuk Menghadapi Revolusi Industry 4.0. In *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana (PROSNAMPAS)* (Vol. 2, No. 1, pp. 453-460).
- Muttaqiin, A. (2023). Pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) pada Pembelajaran IPA Untuk Melatih Keterampilan Abad 21. *JURNAL PENDIDIKAN MIPA*, 13(1), 34-45.
- Nugraheni, D. (2018). Analisis Respon Siswa Terhadap Pembelajaran Berbasis Proyek (*Project Based Learning*) Pada Materi Kalor dan Perpindahannya. In *Prosiding Seminar Nasional Unimus* (Vol. 1).
- Nur, S., & Taim, M. A. S. (2023). Analisis Keterampilan Kolaborasi Siswa SMA pada Pembelajaran Biologi. *Diklabio: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Biologi*, 82-89.
- Nurlindayani, E., Setiono, S., & Suhendar, S. (2021). Profil Hasil Belajar Kognitif Siswa dengan Metode *Blended Learning* pada Materi Sistem Pernapasan Manusia. *BIODIK*, 7(2), 55-62.
- Pademi, B. S. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran *Project Based Learning* Terintegrasi STEM Terhadap Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Ilmiah IKIP Mataram*, 10(1), 50-56.

- Pramudiyanti, P., & Maulina, D. (2020). Pengaruh Model Pembelajaran *Discovery Learning* Terhadap Keterampilan Kolaborasi Pencemaran Lingkungan. *Jurnal Bioterdidik: Wahana Ekspresi Ilmiah*.
- Priandini, A. B., Fadly, W., & Zubaidi, A. (2022). Analisis Kemampuan Kolaborasi Peserta Didik Kelas VIII MTs N 6 Ponorogo. In *PISCES: Proceeding of Integrative Science Education Seminar* (Vol. 2, No. 1, pp. 181-189).
- Rafsanjani, N., Surbakti, A., & Sikumbang, D. (2020). Pengaruh Model *Project Based Learning* Terhadap Hasil Belajar Kognitif dan Sikap Peduli Lingkungan. *Jurnal Bioterdidik: Wahana Ekspresi Ilmiah*, 8(1), 36-45.
- Ramadhan, F., Mahanal, S., & Zubaidah, S. (2017). Meningkatkan Hasil Belajar Kognitif Siswa Melalui Model Pembelajaran Biologi Remap STAD. *Jurnal Pendidikan*, 2(5), 610–615
- Rapih, S., & Sutaryadi, S. (2018). Perpektif guru sekolah dasar terhadap *Higher Order Tinking Skills* (HOTS): pemahaman, penerapan dan hambatan. *Premiere Educandum: Jurnal Pendidikan Dasar dan Pembelajaran*, 8(1), 78-87.
- Riyani, R., Maizora, S., & Hanifah, H. (2017). Uji Validitas Pengembangan Tes Untuk Mengukur Kemampuan Pemahaman Relasional Pada Materi Persamaan Kuadrat Siswa Kelas VIII SMP. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Matematika Sekolah (JP2MS)*, 1(1), 60-65.
- Rusydiana, M., Nuriman, N., & Wardoyo, A. A. (2021). Pengaruh Model *Project Based Learning* Terhadap *Higher Order Thinking Skills* pada Siswa Kelas V Sekolah Dasar. *Edustream: Jurnal Pendidikan Dasar*, 5(1), 13-16.
- Saban, M., Tolangara, A., & Hasan, S. (2023). Pengaruh Penggunaan Model *Project Based Learning* (PjBL) Berpendekatan STEAM Terhadap Peningkatan Hasil Belajar Kognitif Siswa Pada Kelas 7 SMP Dian Todahe Halmahera Barat. *Jurnal Bioedukasi*, 6(1), 275-284.
- Saenab, S., Yunus, S. R., & Husain, I. (2019). Pengaruh penggunaan Model *Project Based Learning* terhadap Keterampilan Kolaborasi Mahasiswa Pendidikan IPA. *Jurnal Biology Science & Education*, 8(1), 29-41.
- Santoso, A. (2010). Studi Deskriptif *Effect Size* Penelitian-Penelitian di Fakultas Psikologi Universitas Sanata Dharma. *Jurnal Penelitian*, 14(1).
- Sufajar, D., & Qosyim, A. (2022). Analisis Keterampilan Kolaborasi Siswa SMP pada Pembelajaran IPA di Masa Pandemi Covid-19. *Pensa: E-Jurnal Pendidikan Sains*, 10(2), 253-259.
- Sugiyono, P. D. (2013). *Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta.

- Sulastri, S., & Pertiwi, F. N. (2020). *Problem Based Learning Model Through Constextual Approach Related with Science Problem Solving Ability of Junior High School Students. INSECTA: Integrative Science Education and Teaching Activity Journal*, 1(1), 50-58.
- Sulistyorini, A. K. (2012). Analisis Pencapaian Kompetensi Kognitif Tingkatan Aplikasi (C3) dan Analisis (C4) dalam Pembelajaran Fisika pada Siswa Kelas XI SMA Program Rsb. i.
- Sumarni, W. (2015). *The Strengths and Weaknesses of The Implementation Of Project-Based Learning: A review. International Journal of Science and Research*, 4(3), 478-484
- Surya, A. P., Relmasira, S. C., & Hardini, A. T. A. (2018). Penerapan Model Pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Dan Kreatifitas Siswa Kelas III SD Negeri Sidorejo Lor 01 Salatiga. *Jurnal Pesona Dasar*, 6(1).
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st century skills: Learning for life in our times*. John Wiley & Sons.
- Triowathi, N., & Wijayanti, A. (2018). Implementasi *Team Games Tournament* (TGT) dalam Meningkatkan Kerjasama dan Hasil Belajar IPA. *Jurnal Pijar MIPA*, 13(2), 110-118.
- Wahyuni, N. P. (2021). Penerapan Pembelajaran Berbasis STEM untuk Meningkatkan Hasil Belajar IPA. *Journal of Education Action Research*, 5(1), 109-117.
- Wijaya, E. Y., Sudjimat, D. A., & Nyoto, A. (2016). Transformasi Pendidikan Abad 21 Sebagai Tuntutan Pengembangan Sumber Daya Manusia di Era Global. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika* (Vol. 1, No. 26, pp. 263-278).
- Wijayanto, T., Supriadi, B., & Nuraini, L. (2020). Pengaruh Model Pembelajaran *Project Based Learning* Dengan Pendekatan STEM terhadap Hasil Belajar Siswa SMA. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 9(3), 113-120.
- Zulfiana, S., Gunamantha, I. M., & Putrayasa, I. B. (2023). Pengembangan Instrumen Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi dan Literasi Sains pada Pembelajaran IPA Kelas V SD. *PENDASI: Jurnal Pendidikan Dasar Indonesia*, 7(1), 13-24.