

EFEKTIVITAS MODEL PjBL (*PROJECT BASED LEARNING*) KELOMPOK KOLABORATIF TERHADAP PARTISIPASI AKTIF DAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS PADA SUB MATERI BIOTEKNOLOGI KONVENTSIONAL SISWA KELAS X DI MAN 4 SLEMAN

SKRIPSI

Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan

Mencapai Derajat Sarjana S-1



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
Disusun oleh:
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

21104070012
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

2025

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 513056 Fax. (0274) 586117 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1473/Un.02/DT/PP.00.9/06/2025

Tugas Akhir dengan judul : EFEKTIVITAS MODEL PjBL (PROJECT BASED LEARNING) KELOMPOK KOLABORATIF TERHADAP PARTISIPASI AKTIF DAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS PADA SUBMATERI BIOTEKNOLOGI KONVENTSIONAL SISWA KELAS X DI MAN 4 SLEMAN

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : HANIFAH DIKA PANGESTU
Nomor Induk Mahasiswa : 21104070012
Telah diujikan pada : Rabu, 11 Juni 2025
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR

Ketua Sidang



Annisa Firanti, S.Pd.Si., M.Pd.
SIGNED

Valid ID: 684ba729c9745



Penguji I

Dian Noviar, S.Pd., M.Pd.Si.
SIGNED

Valid ID: 684ba28ba9bf



Penguji II

Erna Wulandari, M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 684b8db073f46

Yogyakarta, 11 Juni 2025

UIN Sunan Kalijaga

Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

Prof. Dr. Sigit Purnama, S.Pd.I., M.Pd.

SIGNED

Valid ID: 684c1c3d9acfa



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	:	Hanifah Dika Pangestu
NIM	:	21104070012
Program Studi	:	Pendidikan Biologi
Fakultas	:	Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

Menyatakan dengan sesungguhnya, bahwa skripsi saya yang berjudul: Efektivitas Model PjBL (*Project Based Learning*) Kelompok Kolaboratif terhadap Partisipasi Aktif dan Kemampuan Berpikir Kritis Pada Submateri Bioteknologi Konvensional Siswa Kelas X Di MAN 4 Sleman adalah hasil karya pribadi dan sepanjang pengetahuan penyusun tidak berisi materi yang dipublikasikan atau ditulis orang lain, kecuali bagian-bagian tertentu yang penyusun ambil sebagai acuan dengan mengikuti tata penulisan ilmiah yang lazim.

Yogyakarta, 11 Juni 2025
Yang menyatakan,



Hanifah Dika Pangestu
NIM. 21104070012

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI

Hal : Surat Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir
Lamp : -

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Hanifah Dika Pangestu
NIM : 21104070012
Judul Skripsi : Efektivitas Model PjBL (*Project Based Learning*) Kelompok Kolaboratif terhadap Partisipasi Aktif dan Kemampuan Berpikir kritis Pada Submateri Bioteknologi Konvensional Siwa Kelas X Di MAN 4 Sleman

Sudah dapat diajukan kepada Program Studi Pendidikan Biologi Islam Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang pendidikan Biologi.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara/i tersebut di atas dapat segera dimunaqosyahkan. Atas perhatiannya kami ucapan terima kasih.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
Yogyakarta, 11 Juni 2025
Pembimbing

Annisa Firanti, S.Pd.Si., M.Pd.
NIP.: 19871031 201503 2 006

**EFEKTIVITAS MODEL PJBL (PROJECT BASED LEARNING)
KELOMPOK KOLABORATIF TERHADAP PARTISIPASI AKTIF DAN
KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS PADA MATERI BIOTEKNOLOGI
SISWA SMA/MA**

Hanifah Dika Pangestu
21104070012

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* kelompok kolaboratif terhadap partisipasi aktif siswa dalam materi bioteknologi kelas X di MAN 4 Sleman dan mengetahui efektivitas penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* kelompok kolaboratif terhadap kemampuan berpikir kritis siswa dalam materi bioteknologi kelas X di MAN 4 Sleman. Penelitian yang dilakukan termasuk jenis penelitian *Quasi Experimental Design* dengan menggunakan desain *Nonequivalent Control Group Design*. Populasi penelitian adalah siswa kelas X MAN 4 Sleman Yogyakarta. Sampel penelitian adalah 30 siswa kelas XC sebagai kelas eksperimen dan 30 siswa kelas XD sebagai kelas kontrol yang dipilih dengan teknik *Purposive Sampling*. Teknik pengumpulan data partisipasi aktif siswa menggunakan instrumen non-tes berupa angket partisipasi aktif berdasarkan indikator menurut Keith Davis. Teknik pengumpulan data kemampuan berpikir kritis siswa menggunakan instrumen tes berupa *pretest* dan *posttest* berdasarkan indikator menurut Facione pada materi bioteknologi konvensional. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa: model pembelajaran *Project Based Learning* kelompok kolaboratif terbukti efektif terhadap partisipasi aktif siswa kelas X MAN 4 Sleman yang dibuktikan dengan hasil uji *Mann Whitney U Test* yang menunjukkan nilai signifikansi (sig.) sebesar $0.000 < 0.005$ dan model pembelajaran *Project Based Learning* kelompok kolaboratif terbukti efektif terhadap kemampuan berpikir kritis siswa kelas X MAN 4 Sleman yang dibuktikan dengan hasil uji-t yang menunjukkan nilai signifikansi (sig.) sebesar $0.000 < 0.005$. Oleh karena itu, model pembelajaran *Project Based Learning* kelompok kolaboratif efektif terhadap partisipasi aktif dan kemampuan berpikir kritis pada materi bioteknologi siswa kelas X MAN 4 Sleman Yogyakarta.

Kata kunci: Model *Project Based Learning*, Partisipasi Aktif, Kemampuan Berpikir Kritis, Bioteknologi Konvensional.

**THE EFFECTIVENESS OF COLLABORATIVE PROJECT-BASED
LEARNING (PJBL) MODELS ON ACTIVE PARTICIPATION AND
CRITICAL THINKING SKILLS IN BIOTECHNOLOGY FOR HIGH
SCHOOL STUDENTS**

Hanifah Dika Pangestu
21104070012

ABSTRACT

This research aimed to determine the effectiveness of applying the collaborative Project-Based Learning model on students' active participation in biotechnology material for 10th-grade students at MAN 4 Sleman, and ascertain the effectiveness of applying the collaborative Project-Based Learning model on students' critical thinking skills in biotechnology material for 10th-grade students at MAN 4 Sleman. This research employed a Quasi-Experimental Design using a Nonequivalent Control Group Design. The research population consisted of 10th-grade students at MAN 4 Sleman Yogyakarta. The research sample included 30 students from class XC as the experimental group and 30 students from class XD as the control group, selected using a Purposive Sampling technique. Data on students' active participation were collected using a non-test instrument in the form of an active participation questionnaire based on indicators by Keith Davis. Meanwhile, data on students' critical thinking were collected using a test instrument, specifically pretest and posttest, based on indicators by Facione on conventional biotechnology material. Based on the research findings, it was concluded that: The collaborative Project-Based Learning model was proven effective in enhancing the active participation of 10th-grade students at MAN 4 Sleman, as evidenced by the Mann Whitney U Test results showing a significance value (sig.) of $0,000 < 0,005$; The collaborative Project-Based Learning model was proven effective in improving the critical thinking skills of 10th-grade students at MAN 4 Sleman, as evidenced by the t-test results showing a significance value (sig.) of $0,000 < 0,005$. Therefore, the collaborative Project-Based Learning model is effective in fostering active participation and critical thinking skills in biotechnology material among 10th-grade students at MAN 4 Sleman Yogyakarta.

Keywords: Project Based Learning Model, Active Participation, Critical Thinking Skills, Conventional Biotechnology

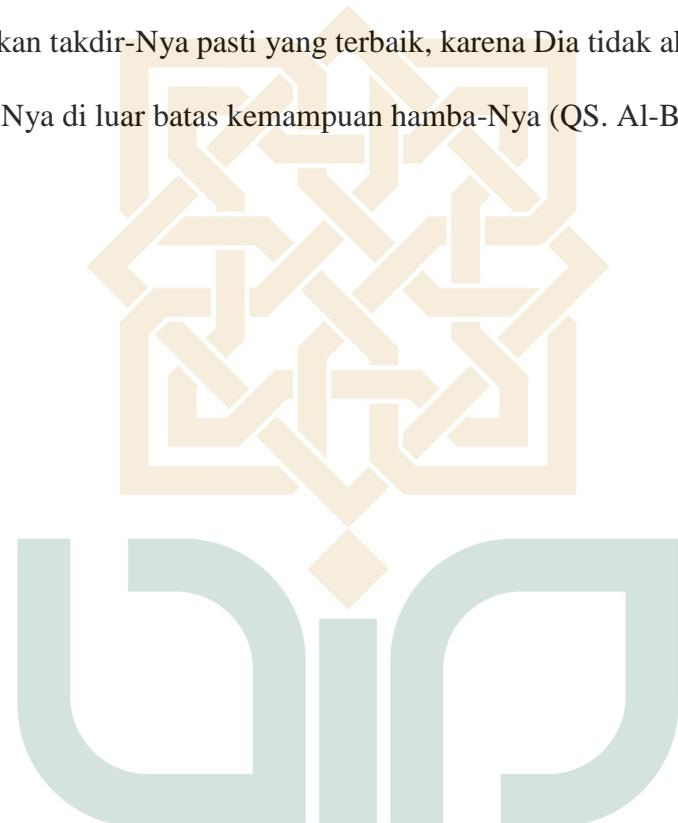
MOTTO

Buatlah mereka bangga dengan apa yang kamu lakukan, bukan sekadar ucapan.

Bahagiakan orang-orang tersayangmu semasa hidupmu.

Bukan aku yang hebat, tapi doa kedua orang tuaku yang kuat.

Yakinlah akan takdir-Nya pasti yang terbaik, karena Dia tidak akan membebankan hamba-Nya di luar batas kemampuan hamba-Nya (QS. Al-Baqarah/2:286).



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis dedikasikan kepada:

Ayah, Umi, Simbah Kakung, Simbah Putri, Adik, serta seluruh keluarga dan orang-orang tersayang yang tiada henti memberikan semangat dan memanjatkan

doa.

Diri sendiri yang terus berusaha dan berdoa

Almamater tercinta Program Studi Pendidikan Biologi

Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillahirabbil'almiin, puja dan puji syukur senantiasa penulis panjatkan kepada Allah Subhanahuwata'ala yang selalu melimpahkan rahmat, kasih sayang, dan ridho-Nya sehingga penulis bisa menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Efektivitas Model PjBL (*Project Based Learning*) Kelompok Kolaboratif terhadap Partisipasi Aktif dan Kemampuan Berpikir Kritis pada Materi Bioteknologi Siswa SMA/MA”. Sholawat serta salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad Shalallahu'alaihiwasallam, keluarganya, sahabatnya, dan semoga sampai kepada kita selaku umatnya yang selalu mengharapkan syafaatnya di yaumul akhir, aamiin.

Penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan tidak karena adanya doa, motivasi, bantuan, arahan, dan bimbingan, dari berbagai pihak, maka penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Noorhaidi Hasan, S.Ag., M.A., M.Phil., Ph.D. selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Bapak Prof. Dr. Sigit Purnama, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Bapak Dr. Muhammad Ja'far Luthfi, M.Si., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Biologi.
4. Ibu Annisa Firanti, S.Pd.Si, M.Pd., selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang selalu membimbing, mengarahkan, memotivasi, dan mendoakan sehingga penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan.

5. Ibu Khusnita Hendrarini, S.Pd., selaku guru biologi MAN 4 Sleman Yogyakarta serta seluruh siswa siswa kelas XC dan XD yang telah membantu, mendukung, dan mendoakan pelaksanaan penelitian yang dilaksanakan.
6. Ayah Iswadi dan Umi Ika Yunenti selaku orang tua tercinta yang tiada hentinya memberikan fasilitas, doa, kasih sayang, dukungan, motivasi, semangat, arahan, nasihat, serta bimbingan hingga penyusunan skripsi dapat terselesaikan.
7. Kaysa Dika dan Ahmad Danang selaku adik tersayang, Simbah Sudaryono, Simbah Kamidjan, Simbah Pardiyem, Simbah Sukardi, Simbah Suharti, serta seluruh keluarga yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang tiada hentinya memberikan doa dan dukungan kepada penulis.
8. Riska, Wulan, Dinda, seluruh teman-teman Pendidikan Biologi 2021, teman-teman KKN angkatan 114 Dusun Cekel, dan teman-teman PLP MAN 4 Sleman yang sudah memberikan warna, menambah cerita, memotivasi, mendoakan, menjadi pendengar yang baik, serta memberi saran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
9. Semua pihak yang mendoakan dan tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak bisa dikatakan sempurna karena adanya keterbatasan pengetahuan dan kemampuan penulis. Oleh karena itu, penulis berharap kepada pembaca dapat memberikan kritik dan saran sebagai perbaikan bagi skripsi ini dan penelitian selanjutnya. Semoga skripsi ini juga dapat bermanfaat bagi penulis, pembaca, dan peneliti selanjutnya, aamiin.

Yogyakarta, 20 Mei 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	9
C. Batasan Masalah.....	9
D. Rumusan Masalah.....	10
E. Tujuan Penelitian.....	11
F. Manfaat Penelitian	11

G. Definisi Operasional	12
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	16
A. Kajian Pustaka	16
1. Hakikat Pembelajaran Biologi	16
2. Model Pembelajaran <i>Project Based Learning</i> (PjBL)	18
3. Kelompok Kolaboratif.....	28
4. Partisipasi Aktif.....	30
5. Kemampuan Berpikir Kritis	33
6. Materi Bioteknologi	37
B. Penelitian Relevan	53
C. Kerangka Berpikir	57
D. Hipotesis Penelitian	60
1. Partisipasi aktif	60
2. Kemampuan Berpikir Kritis	60
BAB III METODE PENELITIAN.....	60
A. Tempat dan Waktu Penelitian.....	60
1. Tempat Penelitian.....	60
2. Waktu Penelitian	60
B. Desain Penelitian	60
1. Pendekatan Penelitian	60

2. Jenis penelitian	60
3. Desain Penelitian	61
C. Variabel Penelitian.....	62
1. Variabel Bebas (<i>independent</i>)	63
2. Variabel Terikat (<i>dependent</i>).....	63
D. Populasi, Sampel, dan Teknik Pengambilan Sampel.....	63
1. Populasi	63
2. Sampel.....	63
3. Teknik Pengambilan Sampel.....	64
E. Instrumen Penelitian	65
1. Instrumen Pembelajaran	65
2. Instrumen Pengambilan Data	66
F. Validitas dan Reliabilitas Instrumen.....	68
1. Uji Validitas	68
2. Uji Reliabilitas.....	70
G. Teknik Pengumpulan Data	72
1. Lembar Observasi Aktivitas Pembelajaran	72
2. Lembar Angket Partisipasi Aktif.....	72
3. Lembar Tes Kemampuan Berpikir Kritis	73
H. Teknik Analisis Data	73

1. Uji Prasyarat Analisis	74
2. Uji Hipotesis.....	75
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	78
A. Hasil.....	78
1. Deskripsi Data	78
2. Uji Prasyarat Analisis.....	84
3. Uji Hipotesis.....	88
B. Pembahasan	91
1. Efektivitas Penerapan Model Pembelajaran <i>Project Based Learning</i> (PjBL) terhadap Partisipasi Aktif Siswa dalam Materi Bioteknologi Kelas X MAN 4 Sleman	91
2. Efektivitas Penerapan Model Pembelajaran <i>Project Based Learning</i> (PjBL) terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa dalam Materi Bioteknologi Kelas X MAN 4 Sleman.....	95
BAB V PENUTUP.....	101
A. Kesimpulan.....	101
B. Saran	101
DAFTAR PUSTAKA	103
LAMPIRAN	111

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Tahap Pembelajaran Model <i>Project Based Learning</i>	26
Tabel 2. Indikator Berpikir Kritis Ennis	35
Tabel 3. Indikator-Sub Indikator Kemampuan Berpikir Kritis Facione	36
Tabel 4. Rumus <i>Nonequivalent Control Group Design</i>	62
Tabel 5. Hasil Uji Homogenitas.....	64
Tabel 6. Skor Jawaban Skala Likert.....	67
Tabel 7. Tingkat Korelasi dan Kekuatan Hubungan.....	71
Tabel 8. Teknik Pengumpulan Data.....	72
Tabel 9. Kategori Partisipasi Aktif Siswa	73
Tabel 10. Persentase Angket Partisipasi Aktif Siswa	79
Tabel 11. Data Nilai <i>Pretest</i> Siswa	80
Tabel 12. Data Distribusi Frekuensi Nilai <i>Pretest</i> Kelas Eksperimen	82
Tabel 13. Data Distribusi Frekuensi Nilai <i>Pretest</i> Kelas Kontrol.....	82
Tabel 14. Data Nilai <i>Posttest</i> Siswa	83
Tabel 15. Data Distribusi Frekuensi Nilai <i>Posttest</i> Kelas Eksperimen.....	84
Tabel 16. Data Distribusi Frekuensi Nilai <i>Posttest</i> Kelas Kontrol	84
Tabel 17. Hasil Uji Normalitas Nilai <i>Pretest</i>	85
Tabel 18. Hasil Uji Normalitas Nilai <i>Pretest</i>	86
Tabel 19. Hasil Uji Homogenitas Nilai <i>Pretest</i>	87
Tabel 20. Hasil Uji Homogenitas Nilai <i>Posttest</i>	87
Tabel 21. Hasil Uji <i>Mann Whitney U Test (Ranks)</i> pada Angket Partisipasi Aktif	88

Tabel 22. Hasil Uji <i>Mann Whitney U Test (Test Statistic)</i> pada Angket Partisipasi Aktif	88
Tabel 23. Hasil Uji-t pada <i>Pretest</i> Kemampuan Berpikir Kritis.....	89
Tabel 24. Hasil Uji-t pada <i>Posttest</i> Kemampuan Berpikir Kritis.....	90



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Tapai.....	41
Gambar 2. Tempe.....	43
Gambar 3. Kecap.....	45
Gambar 4. Yoghurt.....	47
Gambar 5. Keju	48
Gambar 6. Nata De Coco	50
Gambar 7. Kerangka Berpikir Penelitian	59
Gambar 8. Histogram Perbandingan Persentase Indikator Partisipasi Aktif Siswa Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol	79
Gambar 9. Histogram Perbandingan Rata-rata Nilai Pretest Siswa Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol	81
Gambar 10. Histogram Perbandingan Rata-rata Nilai Pretest Siswa Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol	83

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Lembar Validasi Angket Partisipasi Aktif.....	112
Lampiran 2. Validasi Soal <i>Pretest/Posttest</i>	114
Lampiran 3. Hasil Uji Validitas Soal	116
Lampiran 4. Hasil Uji Reliabilitas Soal	119
Lampiran 5. Modul Ajar Kelas Eksperimen	120
Lampiran 6. Modul Ajar Kelas Kontrol.....	130
Lampiran 7. Materi Dalam Bentuk <i>Powerpoint</i>	137
Lampiran 8. Lembar Kerja Siswa (LKS) Kelas Eksperimen	143
Lampiran 9. Kisi-kisi Angket Partisipasi Aktif Kelas Eksperimen	150
Lampiran 10. Lembar Angket Partisipasi Aktif Kelas Eksperimen.....	152
Lampiran 11. Kisi-kisi Angket Partisipasi Aktif Kelas Kontrol	156
Lampiran 12. Lembar Angket Partisipasi Aktif Kelas Kontrol	158
Lampiran 13. Kisi-kisi Soal <i>Pretest/Posttest</i> Materi Bioteknologi.....	161
Lampiran 14. Soal <i>Pretest/Posttest</i> Materi Bioteknologi	163
Lampiran 15. Kunci Jawaban Soal <i>Pretest/Posttest</i> Materi Bioteknologi.....	166
Lampiran 16. Pedoman Penskoran Soal <i>Pretest/Posttest</i> Materi Bioteknologi..	169
Lampiran 17. Lembar Observasi Keterlaksanaan Modul Ajar Kelas Eksperimen	176
Lampiran 18. Lembar Observasi Keterlaksanaan Modul Ajar Kelas Kontrol....	180
Lampiran 19. Hasil Angket Partisipasi Aktif Kelas Eksperimen.....	183
Lampiran 20. Hasil Angket Partisipasi Aktif Kelas Kontrol	184
Lampiran 21. Nilai <i>Pretest</i> Dan <i>Posttest</i> Kelas Eksperimen	185
Lampiran 22. Nilai <i>Pretest</i> Dan <i>Posttest</i> Kelas Kontrol	186

Lampiran 23. Hasil Uji Normalitas Nilai <i>Pretest</i> Kelas Eksperimen Dan Kelas Kontrol	187
Lampiran 24. Hasil Uji Normalitas Nilai <i>Posttest</i> Kelas Eskperimen Dan Kelas Kontrol	187
Lampiran 25. Hasil Uji Homogenitas Nilai <i>Pretest</i> Kelas Eskperimen Dan Kelas Kontrol	187
Lampiran 26. Uji Homogenitas Nilai <i>Posttest</i> Kelas Eskperimen Dan Kelas Kontrol	187
Lampiran 27. Hasil Uji Hipotesis Partisipasi Aktif Siswa Kelas Eksperimen Dan Kelas Kontrol	188
Lampiran 28. Hasil Uji Hipotesis Nilai <i>Pretest</i> Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas Eksperimen Dan Kelas Kontrol	188
Lampiran 29. Hasil Uji Hipotesis Nilai <i>Posttest</i> Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas Eksperimen Dan Kelas Kontrol	188
Lampiran 30. Surat Telah Melakukan Penelitian	189
Lampiran 31. Dokumentasi Pelaksanaan Penelitian	190
Lampiran 32. Curiculum Vitae	193

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pendidikan merupakan salah satu bidang yang mendapatkan dampak perubahan karena perkembangan zaman yang saat ini sudah berada pada masa abad 21 (Fahrozy et al., 2022). Abad 21 dikenal dengan dunia yang mulai mengalami kemajuan teknologi di bidang informasi, komunikasi, dan transportasi, sehingga bidang pendidikan juga semakin mementingkan keterampilan penggunaan teknologi ketika belajar, adanya inovasi, penggunaan media informasi, serta mampu bertahan hidup dengan keterampilan tersebut (*life skills*) (Hidayat et al., 2019). Abad 21 juga mempunyai tujuan agar terciptanya sumber daya manusia yang tinggi, sehingga komponen pada proses pembelajaran seperti guru ataupun siswa sangat berpengaruh untuk kemajuan di bidang pendidikan (Mardhiyah et al., 2021). Harapannya guru dapat menggunakan teknologi informasi agar potensi siswa dapat berkembang dan terwujudnya bangsa yang berkualitas (Hasibuan & Prastowo, 2019). Pendidikan memiliki salah satu bagian penting yaitu proses pembelajaran yang tak bisa terpisahkan dengan kurikulum (Mardhiyah et al., 2021).

Kurikulum adalah rancangan yang berisi gagasan dan ide, sedangkan proses pembelajaran adalah proses ketika adanya interaksi guru yang mengajar dan siswa yang belajar atau proses yang bertumpu pada cara mengajar (Sukmawati, 2021). Saat ini kurikulum yang berlaku di Indonesia adalah

kurikulum merdeka dengan kebijakan khasnya yakni merdeka belajar (Jojang & Hamami, 2024). Merdeka belajar merupakan merdeka berpikir, berinovasi, baik yang dirasakan oleh guru ataupun siswa, guru yang merdeka dalam mengajar maka siswa akan merdeka dalam belajar (Daga, 2021). Adanya kemerdekaan dalam pembelajaran akan memunculkan inovasi pembelajaran yang harapannya dapat membuat siswa untuk berpikir lebih kritis, berinovasi, berperan aktif, mandiri, dan kreatif (Daga, 2021). Salah satu contoh pembelajaran yang sering mengadakan inovasi pembelajaran di dalam prosesnya adalah pembelajaran biologi (Hakim, 2023).

Pembelajaran biologi merupakan salah satu pembelajaran yang mengharuskan siswa untuk aktif berpartisipasi karena biologi termasuk sains, dimana pembelajaran sains memiliki unsur yang mengharuskan siswa aktif terlibat dalam berbagai kegiatan, berfokus pada penemuan, mengedepankan literasi ilmiah, dapat membangun pengetahuan mandiri, dapat menyelesaikan masalah yang dihadapi sehari-hari, dan sifatnya tentatif (Sudarisman, 2015). Selain itu, biologi juga merupakan pelajaran yang berfokus pada pengalaman langsung tentang alam dan memerlukan perhatian lebih agar siswa dapat menghubungkan pengalamannya dengan pengetahuannya di kelas (Novianti, 2021). Hal-hal tersebut membuat pembelajaran biologi termasuk ke dalam pembelajaran yang harus menerapkan inovasi dalam prosesnya agar pembelajaran tidak terasa bosan, monoton, dan materinya mudah dipahami oleh siswa (Hakim, 2023). Inovasi pembelajaran dapat dimulai dari adanya

pemilihan model pembelajaran yang tepat oleh guru untuk mengajar di kelas (Iwanda et al., 2022).

Pemilihan model pembelajaran yang tepat bertujuan untuk meningkatkan proses pembelajaran yang terdiri atas perencanaan, pelaksanaan, hingga evaluasi pembelajaran (Santoso et al., 2023). Proses pembelajaran dapat optimal dengan guru yang mampu secara adaptif menentukan model, metode, media, sumber belajar, dan komponen lainnya yang bisa menunjang proses pembelajaran yang juga dapat meningkatkan partisipasi, perkembangan, hingga keterampilan siswa (Nuriyah et al., 2024). Selain itu, guru juga berperan sebagai fasilitator yang sudah seharusnya menyiapkan segala komponen sejak awal agar pembelajaran dapat efektif (Apriliani & Panggayuh, 2018). Model pembelajaran adalah salah satu komponen yang harus dipilih oleh guru dan menjadi pola dasar pembelajaran agar tujuan pembelajaran dapat tercapai (Khoerunnisa & Aqwal, 2020). Berbagai model pembelajaran dapat menjadi alternatif bagi guru untuk menentukan model pembelajaran yang akan digunakan sesuai dan efektif agar tujuan pembelajaran dan pembelajaran yang maksimal bisa tercapai (Hasibuan et al., 2022).

Menurut Permendikbud Nomor 22 Tahun 2016 tentang Standar Proses terdapat tiga model pembelajaran alternatif yang bisa menumbuhkan rasa ingin tahu siswa serta membentuk perilaku saintifik dan sosial yang artinya partisipasi siswa juga dapat meningkat. Ketiga model tersebut yakni model pembelajaran berbasis penemuan seperti (*discovery learning*) dan/atau berbasis pertanyaan/eksperimen (*inquiry learning*), model pembelajaran berorientasi

pada pemecahan masalah seperti *problem based learning*, serta model pembelajaran berbasis proyek seperti (*project based learning*). Pada penerapannya, kurikulum merdeka mengedepankan inovasi pembelajaran berbasis proyek yang dapat memberi kesempatan besar pada siswa agar dapat aktif mencari dan menemukan isu yang faktual (Rahayu et al., 2022).

Model pembelajaran berbasis proyek merupakan pembelajaran yang bersifat penilaian autentik dengan pendekatan evaluatif yang meneliti kesiapsiagaan (perencanaan), dinamika prosedural (proses), dan pencapaian pembelajaran yang dihasilkan secara holistik dan selaras dengan biologi karena memprioritaskan metodologi ilmiah (proses sains) (Puspitasari, 2016). Salah satu jenis model pembelajaran yang berbasis proyek adalah model *Project Based Learning* (PjBL) yang dalam pembelajaran biologi diharapkan dapat menjadikan proses pembelajaran lebih bermakna karena tidak hanya dinilai dari pengetahuannya saja tetapi juga dari keterampilan dan sikap (Novianti, 2021). Pada model PjBL ini siswa tidak hanya bisa mendapatkan pengalaman langsung berdasarkan masalah yang terjadi, tetapi juga mengoptimalkan kreativitas, inovasi, serta kemampuan berpikir kritis yang diasah, diuji, dan dikembangkan dengan kerja kelompok (Ariyanto et al., 2022). Pembentukan kelompok atau tim juga dapat meningkatkan kolaborasi antar siswa yang sesuai dengan karakteristik model PjBL itu sendiri agar siswa dapat bertanggung jawab untuk mengelola informasi dan menyelesaikan suatu masalah melalui proyek yang dibuat (Baidowi et al., 2015).

Proyek yang menjadi *output* dari penerapan model PjBL dapat menjadi bukti bahwa model PjBL termasuk salah satu model yang terintegrasi dengan level *Higher Order Thinking Skills (HOTS)* karena siswa dapat berpikir lebih kritis, inovasinya dapat berkembang, dan kreatifitasnya meningkat dalam menyelesaikan suatu permasalahan hingga membuat atau mengembangkan sebuah proyek (Setiawan et al., 2020). Sehingga model PjBL dapat lebih meningkatkan keterampilan 4C yaitu *Collaborative, Critical, Creative, and Communicative* yang sudah seharusnya menjadi bekal bagi siswa agar dapat turut bersaing secara global (Undari et al., 2023). Model PjBL kelompok kolaboratif menjadi salah satu pilihan bagi inovasi pembelajaran biologi yang dapat mempengaruhi partisipasi aktif siswa, karena melalui pembentukan kelompok siswa dapat berkerja sama secara tim untuk menyelesaikan permasalahan yang diperolehnya, interaksi secara langsung lebih intens, menggabungkan ide satu sama lain, belajar bertanggung jawab, menurunkan egoisme dalam diri, dan bisa menerima segala pendapat orang lain dengan baik (Ariyanto et al., 2022), seperti pernyataan Johnsons (1974) bahwa saling ketergantungan positif, interaksi langsung antarsiswa, pertanggungjawaban individu, keterampilan berkolaborasi, dan keefektifan proses kelompok akan membuat suatu kelompok menjadi kelompok yang kolaboratif dan di dalamnya terjadi pembelajaran yang kooperatif.

Pembelajaran yang kooperatif bisa terwujud dengan adanya kemampuan berpikir kritis siswa melalui kerja sama dalam kelompok kolaboratif (Anggraeni et al., 2020). Kemampuan berpikir kritis yang menjadi bagian dari kemampuan

kognitif tingkat tinggi siswa dapat terlatih melalui model PjBL yang dalam proses pembelajarannya menghasilkan produk yang memiliki hubungan dengan aktivitas dan pengetahuan konseptualnya yang dapat berkembang (Insyasiska et al., 2015). Produk yang dihasilkan dari proyek yang dibuat dalam kelompok kolaboratif oleh siswa menjadi ketercapaian kemampuan kognitif tingkat tinggi sesuai dengan C6 pada taksonomi bloom yaitu mencipta (*create*) (Insyasiska et al., 2015). Pada taksonomi bloom proses kognitif siswa terbagi menjadi 6 dimensi yaitu mengingat (C1), memahami (C2), menerapkan (C3), menganalisis (C4), mengevaluasi (C5), dan mencipta (C6) dimana C1-C3 termasuk ke dalam *Low Order Thinking Skills (LOTS)* sedangkan C4-C6 termasuk ke dalam *High Order Thinking Skills (HOTS)* (Magdalena et al., 2020). *High Order Thinking Skills* yang diwujudkan melalui model PjBL sudah banyak diterapkan di berbagai mata pelajaran, dan salah satunya adalah mata pelajaran biologi dimana guru dapat mengintegrasikan revisi taksonomi bloom tersebut ke dalam pembelajaran biologi (Faisal, 2015:106-109).

Pada pembelajaran biologi salah satunya terdapat materi tentang bioteknologi (Anantyarta & Sholihah, 2020). Materi bioteknologi berfokus pada pengembangan (bioteknologi bersifat aplikatif) yang berguna dan dapat mensejahterakan kehidupan manusia agar siswa tidak hanya memahami materi bioteknologi dari segi teori saja, tetapi siswa juga dapat mengaplikasikan secara langsung dalam praktik pembelajaran (Zulpadly et al., 2016). Oleh karena itu, penggunaan model PjBL dalam materi bioteknologi diharapkan dapat diterapkan dengan maksimal agar fokus pengalaman langsung siswa dalam

pembelajaran biologi juga dapat tercapai serta tidak hanya pengetahuan umum tentang bioteknologi saja yang dapat dipahami siswa tetapi juga menjadikan pengetahuan bermakna melalui hasil produk dari proyek yang dilaksanakan (Kusmiati et al., 2019).

Berdasarkan hasil wawancara dengan siswa kelas X di MAN 4 Sleman Yogyakarta yang dilakukan pada 29 Oktober 2024, siswa menyatakan 50% guru masih menggunakan metode pembelajaran yang berpusat pada guru dengan didominasi metode ceramah yang hanya menjelaskan definisi, teori, atau rumus-rumus dan kemudian langsung dilanjutkan dengan memberikan contoh atau soal pada lembar kerja siswa/buku paket ketika pembelajaran sehingga siswa tidak menyalurkan partisipasinya secara maksimal dalam proses pembelajaran, merasa pemahamannya terhadap suatu materi yang dipelajari masih belum maksimal, dan kurangnya pelatihan untuk merealisasikan kemampuan berpikir kritis. Observasi dengan melihat guru melakukan pembelajaran di kelas juga dilakukan sejak bulan September-Oktober 2024 yang menunjukkan masih banyaknya guru yang hanya berceramah tanpa menerapkan model pembelajaran yang inovatif, hal tersebut juga dibuktikan dengan hasil wawancara lanjutan yang dilakukan dengan guru biologi pada 10 Februari 2025 bahwa pembelajaran secara konvensional dilakukan dengan metode ceramah, tanya jawab, dan mengerjakan soal, sehingga model pembelajaran yang beragam tidak selalu diterapkan.

Hasil penilaian tes formatif materi bioteknologi yang dilaksanakan pada semester genap di tahun ajaran 2023/2024 di salah satu kelas MAN 4 Sleman

juga membuktikan bahwa 60% siswa nilainya di bawah atau sama dengan 75 (Kriteria Ketuntasan Minimal), membuktikan bahwa hasil belajar materi bioteknologi siswa tersebut kurang maksimal yang disebabkan oleh siswa yang kurang berperan secara aktif, pembelajaran berpusat pada guru, hingga menyebabkan beberapa siswa ada yang belum memahami dengan maksimal terkait materi bioteknologi. Keterbatasan waktu pembelajaran dan fasilitas juga menyebabkan kurangnya pelaksanaan praktikum pada materi bioteknologi terutama di bidang konvensional yang membuat siswa masih merasa sulit untuk memahami prinsip kerja dan peran mikroorganisme pada proses bioteknologi. Sedangkan, melakukan kegiatan praktik terutama membuat sebuah proyek hingga menghasilkan sebuah produk adalah bagian dari pengaplikasian materi bioteknologi dalam proses pembelajaran yang bersifat aplikatif (berfokus pada pengembangan).

Masalah yang teridentifikasi di MAN 4 Sleman tersebut tidak bisa dibiarkan. Perlu adanya inovasi agar semangat belajar siswa dapat berkembang, lebih berpartisipasi, pemahamannya lebih maksimal, bahkan hingga kemampuan berpikir kritisnya dapat meningkat. Salah satu alternatifnya yakni dengan model pembelajaran *Project Based Learning* kelompok kolaboratif dengan proses pembelajarannya yang berpusat pada siswa dan mengedepankan kolaborasi. Sehubungan dengan pemikiran dan permasalahan tersebut, peneliti bertujuan untuk melakukan studi eksperimental kelas yang berjudul “Efektivitas Model PjBL (*Project Based Learning*) Kelompok Kolaboratif

terhadap Partisipasi Aktif dan Kemampuan Berpikir Kritis Pada Materi Bioteknologi Siswa SMA/MA”.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut dapat diidentifikasi masalah-masalah sebagai berikut:

1. Metode ceramah tanpa model yang beragam masih diterapkan oleh 50% guru di MAN 4 Sleman sehingga siswa kurang berperan aktif dalam proses pembelajaran.
2. Hasil penilaian tes formatif mata pelajaran biologi pada materi bioteknologi tahun ajaran 2023/2024 menunjukkan sebanyak 60% siswa memiliki nilai di bawah atau sama dengan 75 sebagai KKM (Kriteria Ketuntasan Minimal belajar).
3. Kesulitan pemahaman siswa terkait prinsip kerja dan peran mikroorganisme dalam proses bioteknologi yang terletak pada sub materi bioteknologi komersial.
4. Partisipasi aktif dan kemampuan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran biologi terutama materi bioteknologi belum secara maksimal ditunjukkan karena pembelajaran masih sering berpusat pada guru.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah, dalam penelitian ini dibatasi pada masalah-masalah sebagai berikut:

1. Subjek penelitian

Siswa kelas XC dan XD MAN 4 Sleman dengan total 60 siswa.

2. Objek penelitian

- a. Model pembelajaran yang diterapkan pada penelitian ini adalah model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) kelompok kolaboratif.
- b. Materi biologi yang diajarkan pada penelitian ini adalah materi bioteknologi dengan bekerja secara kelompok kolaboratif yang membuat sebuah proyek pada bidang bioteknologi konvensional dan menghasilkan produk dari pembuatan makanan.
- c. Partisipasi aktif siswa diukur melalui angket partisipasi aktif berdasarkan indikator menurut Keith Davis yang diisi siswa secara mandiri menggunakan skala likert.
- d. Kemampuan berpikir kritis siswa diukur melalui *pre-test* dan *post-test* sesuai dengan indikator menurut Facione (2011) yang terdiri dari enam indikator yaitu interpretasi, analisis, inferensi, evaluasi, eksplanasi, dan regulasi diri.

D. Rumusan Masalah

1. Apakah penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* kelompok kolaboratif efektif terhadap partisipasi aktif siswa dalam pembelajaran biologi pada sub materi bioteknologi konvensional kelas X di MAN 4 Sleman?
2. Apakah penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* kelompok kolaboratif efektif terhadap kemampuan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran biologi pada sub materi bioteknologi konvensional kelas X di MAN 4 Sleman?

E. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui efektivitas model pembelajaran *Project Based Learning* kelompok kolaboratif terhadap partisipasi aktif siswa dalam pembelajaran biologi pada sub materi bioteknologi konvensional kelas X di MAN 4 Sleman.
2. Mengetahui efektivitas model pembelajaran *Project Based Learning* kelompok kolaboratif terhadap kemampuan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran biologi pada sub materi bioteknologi konvensional kelas X di MAN 4 Sleman.

F. Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki manfaat bagi siswa, peneliti, guru, dan sekolah yang meliputi:

1. Manfaat bagi siswa

Melalui penelitian dengan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) kelompok kolaboratif ini diharapkan mampu meningkatkan partisipasi aktif dan kemampuan berpikir kritis siswa terutama pada sub materi bioteknologi konvensional.

2. Manfaat bagi peneliti

Peneliti mampu menambah wawasan serta pengetahuan dan mengaplikasikan teori-teori yang sudah diperolah di masa kuliah serta bisa menjadi referensi pihak lain yang akan melakukan penelitian lanjutan dengan menmggunakan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) kelompok kolaboratif untuk meningkatkan partisipasi

aktif dan kemampuan berpikir kritis khususnya pada sub materi bioteknologi konvensional.

3. Manfaat bagi guru

Melalui penelitian ini guru dapat memperluas wawasan pengetahuan dan mengembangkan keterampilan dengan menerapkan alternatif strategi pembelajaran yang dapat memperbaiki dan meningkatkan mutu pembelajaran kelas salah satunya dengan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) pada materi bioteknologi.

4. Manfaat bagi sekolah

Melalui penelitian ini sekolah dapat ikut memotivasi seluruh warga sekolah dengan memperbaiki dan menunjang kegiatan pembelajaran di sekolah.

G. Definisi Operasional

Definisi operasional dalam penelitian ini berguna untuk menyamakan pandangan mengenai beberapa istilah utama yang digunakan sebagai judul penelitian ini. Tinjauan definisi operasional variabel-variabel yang diteliti relevan dengan penelitian ini dan bertujuan untuk memberikan pemahaman yang sama guna menghindari perbedaan penafsiran di kalangan pembaca. Adapun definisi operasional yang dimaksud adalah:

1. Efektivitas pembelajaran merupakan upaya pedagogis yang dilakukan oleh guru terutama berpusat pada hasil yang dicapai oleh siswa berupa pemahaman, kecerdasan atau bakat kognitif, ketekunan, kesempatan, serta kualitas pengalaman pendidikan yang memfasilitasi transformasi perilaku

konstruktif bagi siswa (Nurpuspitiasari et al., 2019). Efektivitas pembelajaran dapat diwujudkan melalui strategi instruksional yang mempromosikan peningkatan keterlibatan siswa, mencakup beragam metode atau model yang digunakan guru selama mengajar, penyediaan dukungan motivasi yang konsisten, dan lingkungan kelas yang menumbuhkan interaksi positif antar siswa.

2. Model pembelajaran *Project Based Learning* kelompok kolaboratif merupakan suatu model pembelajaran yang melibatkan siswa dalam upaya kolektif untuk menyelesaikan sebuah proyek yang otentik. Model ini membuat siswa melakukan kegiatan mengkonseptualisasikan atau membuat perencanaan/rancangan, melaksanakan, dan mengartikulasikan atau mempresentasikan proyek yang membahas masalah dengan keterkaitan pada kehidupan sehari-hari. Prosedur PjBL meliputi tahap perencanaan, investigasi atau penelitian, dan penilaian hasil upaya kolaboratif di mana guru berperan sebagai fasilitator yang membantu dan mengarahkan siswa mencapai tujuan yang sudah ditentukan. Tujuan utama dari model PjBL kelompok kolaboratif ini adalah untuk meningkatkan kemampuan kolaborasi, menumbuhkan kreativitas, dan menumbuhkan kompetensi pemecahan masalah di antara siswa (Mona et al., 2023).
3. Partisipasi aktif merupakan sikap siswa dalam proses pembelajaran yang ditandai dengan indikator seperti perhatian dan dokumentasi wawasan signifikan selama proses pembelajaran berlangsung, tanggapan terhadap pertanyaan yang diajukan oleh guru atau siswa lain, serta keterlibatan dalam

upaya pemecahan masalah kolaboratif. Keterlibatan siswa dalam kerja kelompok ditunjukkan dengan partisipasinya dalam kegiatan, mampu menyelesaikan tugas secara kolektif, dan mampu berdiskusi dengan baik. Siswa merasakan antusiasme selama pembelajaran, berani menyatakan pendapat atau sudut pandangnya, dan mengerjakan tugas dengan tekun. Partisipasi aktif juga dapat dilihat dari aspek kreativitas atau inovasi yang ditandai dengan generasi konsep untuk memodifikasi media atau alat peraga, presisi dalam pembuatan media instruksional, dan kreativitas dalam mengatasi tantangan/masalah. (Susilawati & Jannah, 2019). Menurut Keith Davis dalam Sastropoetro (1998:13) partisipasi berarti sebagai keterlibatan mental dan emosi seseorang kepada pencapaian tujuan dan ikut bertanggung jawab di dalamnya. Teori Keith Davis memaparkan bahwa keterlibatan mental dan emosi sebagai kunci pemikiran dalam partisipasi dapat terurai menjadi lima komponen yaitu keikutsertaan, keterlibatan, kesediaan, kemauan, dan keaktifan.

4. Kemampuan berpikir kritis merupakan salah satu keterampilan abad 21 yang termasuk dalam konsep 4C yaitu *Critical Thingking* (Undari et al., 2023). Salah satu bentuk wujud dari pengembangan keterampilan berpikir yang bisa menjadi kunci agar dapat sukses dalam persaingan global merupakan arti dari kemampuan berpikir kritis (Novianti, 2020). Facione (2011:5-7) menyatakan bahwa kemampuan berpikir kritis adalah kemampuan individu untuk berpikir secara logis, reflektif, serta produktif yang membuat individu tersebut mampu memberikan penilaian pada situasi

agar keputusan yang tepat dapat dibuat atau diputuskan. Kemampuan berpikir kritis meliputi enam indikator yaitu interpretasi, analisis, inferensi, evaluasi, eksplanasi, dan regulasi diri (Facione,2011:8).

5. Bioteknologi merupakan cabang ilmu yang mempelajari tentang manfaat organisme hidup dan sistem biologis untuk menciptakan produk dan jasa yang bermanfaat bagi manusia. Bioteknologi meliputi teknik-teknik seperti fermentasi, rekayasa genetika, dan kultur jaringan. Tujuan dari pembelajaran dengan materi bioteknologi ini diharapkan mampu membuat siswa paham terkait prinsip-prinsip biologi yang mendasari aplikasi bioteknologi dalam bidang kesehatan, pertanian, industri, serta dampaknya terhadap kehidupan sehari-hari (Saparuddin et al., 2021).



BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Terdapat efektivitas model pembelajaran PjBL (*Project Based Learning*)

Kelompok Kolaboratif terhadap partisipasi aktif siswa dalam pembelajaran biologi pada sub materi bioteknologi konvensional kelas X MAN 4 Sleman yang dibuktikan dengan hasil uji *Mann Whitney U Test* dengan nilai signifikansi (sig.) sebesar $0,000 < 0,05$.

2. Terdapat efektivitas model pembelajaran PjBL (*Project Based Learning*)

Kelompok Kolaboratif terhadap kemampuan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran biologi pada sub materi bioteknologi konvensional kelas X MAN 4 Sleman yang dibuktikan dengan hasil uji-t (*Independent sample t-test*) dengan nilai signifikansi (sig.) sebesar $0,000 < 0,05$.

B. Saran

1. Bagi guru hendaknya mengimplementasikan model pembelajaran PjBL (*Project Based Learning*) sebagai salah satu inovasi model pembelajaran yang efektif meningkatkan partisipasi aktif dan kemampuan berpikir kritis siswa terutama pada materi bioteknologi dengan tetap melakukan

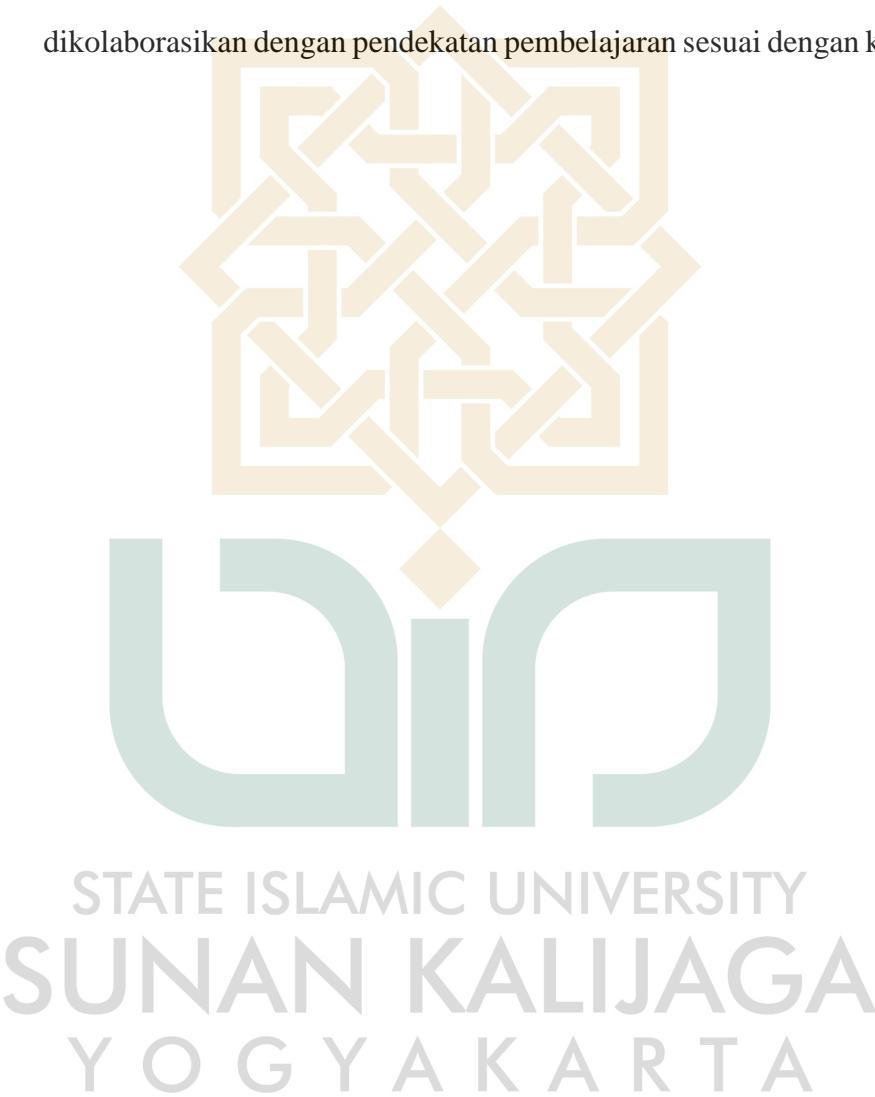
pendampingan secara intensif melalui pengarahan, bimbingan, serta memotivasi siswa agarengerjaan proyek hingga menciptakan produk dapat terlaksana secara optimal.

2. Bagi peneliti selanjutnya dapat melakukan penelitian sejenis dengan jenjang

pendidikan, materi, serta variabel yang berbeda untuk mengetahui sejauh

mana efektivitas model PjBL (*Project Based Learning*) pada proses pembelajaran.

3. Model pembelajaran PjBL (*Project Based Learning*) yang digunakan pada mata pelajaran biologi atau mata pelajaran lain dapat dikembangkan atau dikolaborasikan dengan pendekatan pembelajaran sesuai dengan kebutuhan.



DAFTAR PUSTAKA

- Adrianto, R., Wiraputra, D., Jyoti, M. D., & Andaningrum, A. Z. (2020). Soft Cheese Yield, Flavor, Taste, Overall Texture Made of Cow's Milk Added Rennet and Lactid Acid Bacteria Yoghurt Biokul. *Jurnal Agritechno*, 13(2), 120–126.
- Agnafia, D. N. (2019). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Dalam Pembelajaran Biologi. *Florea : Jurnal Biologi Dan Pembelajarannya*, 6(1), 45.
- Al-Tabany, T. I. B. (2014). *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif, Progresif dan Kontekstual*. Jakarta: Prenadamedia Group.
- Amiruddin. (2019). Pembelajaran Kooperatif dan Kolaboratif. *Journal of Educational Science (JES)*, 5(1), 24–32.
- Amral & Asmar. (2020). *Hakikat Belajar & Pembelajaran*. Bogor: Guepedia
- Anantyarta, P., & Sholihah, F. N. (2020). Pengembangan Multimedia Pembelajaran Pada Materi Bioteknologi Menggunakan Program Autoplay. *Journal of Natural Science and Integration*, 3(1), 45.
- Anam, C., Zaman, M. Z., & Khoirunnisa, U. (2019). Mengungkap Senyawa Pada Nata De Coco Sebagai Pangan Fungsional. *Jurnal Ilmu Pangan dan Hasil Pertanian*. 3(1), 42-53.
- Andari, K. (2016). *Kontribusi Kesiapan Belajar Siswa dan Parisipasi Siswa terhadap Hasil Belajar Pendidikan Jasmani di SMA Negeri 24 Bandung*. (Skripsi, Universitas Pendidikan Indonesia).
- Anggraeni, Y., Nurhasanah, E., & Mubarika, M. P. (2020). Penerapan Pembelajaran Kooperatif Tipe STAD Berbasis Proyek Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP. *Pasundan Journal of Mathematics Education : Jurnal Pendidikan Matematika*, 10(Vol 10 No. 2), 36–50.
- Anggraini, P. D., & Wulandari, S. S. (2020). Analisis Penggunaan Model Pembelajaran Project Based Learning Dalam Peningkatan Keaktifan Siswa. *Jurnal Pendidikan Administrasi Perkantoran (JPAP)*, 9(2), 292–299.
- Apriliani, D. N., & Panggayuh, V. (2018). Pengaruh Penggunaan Model Pembelajaran Berbasis Project Based Learning (PjBL) Terhadap Minat Belajar Dan Hasil Belajar Siswa Kelas X RPL Di SMK Negeri 1 Boyolangu. *JoEICT (Journal of Education and Information Communication Technology)*, 2(20), 19–26.
- Arikunto, S. (1990). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta : Bumi Aksara
- Ariyanto, A., Sutama, & Markhamah. (2022). Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) untuk Penguatan Karakter Kemandirian. *Jurnal Ilmiah Mitra Swara Ganeshha*, 9(2), 101–116.

- Baidowi, A., Sumarmi, S., & Amirudin, A. (2015). Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Proyek terhadap Kemampuan Menulis Karya Ilmiah Geografi Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Geografi*, 20(1), 48–58.
- Berlian, Z., Aini, F., & Ulandari, R. (2016). Uji Kadar Alkohol pada Tapai Ketan Putih dan Singkong Melalui Fermentasi dengan Dosis Ragi yang Berbeda. *Jurnal Biota*, 2(1), 106–111.
- Chotimah, C. & Fathurrohman, M. (2018). *Paradigma Baru Sistem Pembelajaran*. Yogyakarta: Ar-Ruz Media.
- Daga, A. T. (2021). Makna Merdeka Belajar dan Penguatan Peran Guru di Sekolah Dasar. *Jurnal Education FKIP UNMA*, 7(3), 1075–1090.
- Damri, M. N., Maulina, Ilmi, N., Nanda, Umar, E., & Sapar. (2024). Yoghurt Buah Jeruk Bernutrisi Tinggi. *Ganesha: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(2), 197–204.
- Ennis, R. H. (1996). *Critical Thinking*. America: Prentice Hall.
- Facione, P. A. (2011). *Critical Thinking: What It Is and Why It Counts*. California: Measured Reasons and The California Academic Press.
- Fahrozy, F. P. N., Iskandar, S., Abidin, Y., & Sari, M. Z. (2022). Upaya Pembelajaran Abad 19-20 dan Pembelajaran Abad 21 di Indonesia. *Jurnal Basicedu*, 6(2), 3093–3101.
- Faisal. (2015). Mengintegrasikan Revisi Taksonomi Bloom Kedalam Pembelajaran Biologi. *Jurnal Sainsmat*. 4(2), 102–112.
- Fakhrurrazi. (2018). HAKIKAT PEMBELAJARAN YANG EFEKTIF. *At-Tafkir*, XI(1), 85–99.
- Fathurrohman, M. (2017). *Belajar dan Pembelajaran Modern: Konsep Dasar, Inovasi, dan Teori Pembelajaran*. Yogyakarta: Penerbit Garudhawaca.
- Fatmah, H. (2021). Kreativitas Peserta Didik Dalam Pembelajaran Bioteknologi dengan PjBL Berbasis STEAM. *Pedagonal: Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 5(4), 15–18.
- Fidiastuti, H. R., Lathifah, A. S., Amin, H. M., Utomo, Y., Prabowo, C. A. (2019). *Bioremediasi Limbah Industri*. Malang: Forind.
- Filsaime, D. K. (2008). *Menguak Rahasia Berpikir Kritis dan Kreatif*. Jakarta: Prestasi Pustakarya.
- Fujiana, F., Pondaag, V. T., Afra, A., Fannia, E., & Fadly, D. (2021). Potensi Pangan Fermentasi Tempe Dalam Mengatasi Kejadian Stunting di Indonesia. *Poltekita : Jurnal Ilmu Kesehatan*, 15(2), 20–26.
- Hakim, M. L. (2023). Inovasi Pembelajaran Biologi untuk Meningkatkan Keterampilan Kolaborasi dan Literasi Digital. *Gusjigang Jurnal Pengabdian*

- Masyarakat*, 01(02), 18–25.
- Hamidah, I., & Citra, S. Y. (2021). Efektivitas Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) terhadap Minat dan Hasil Belajar Siswa. *Bioedusains: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*, 4(2), 307-314.
- Hardiyanti, H., Hambali, H., & Nurdyanti, N. (2024). Efektivitas Project based learning terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa pada konsep sistem ekskresi manusia. *Hybrid: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Sains*, 3(1), 1-9.
- Hartono, D. P., & Asiyah, S. (2018). PjBL to Improve Student Creativity: A Descriptive Study of the Role of the PjBL Learning Model in Improving Student Creativity. *Journal of PGRI University Lecturers Palembang*, 2(1), 1–11.
- Hasibuan, A. T., & Prastowo, A. (2019). Konsep Pendidikan Abad 21: Kepemimpinan Dan Pengembangan Sumber Daya Manusia Sd/Mi. *MAGISTRA: Media Pengembangan Ilmu Pendidikan Dasar Dan Keislaman*, 10(1), 26–50.
- Hasibuan, A. T., Ananda, F., Mawaddah, Putri, R. M., & Siregar, S. R. A. (2022). Kreativitas Guru menggunakan Metode Pembelajaran PKn di SDN 010 Hutapuli. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(2), 9946–9956.
- Hasyim, A. T., & Alpansyah. (2021). *Kuasi Eksperimen*. Jakarta: Guepedia.
- Hazimah, G. F., Cahyani, S. A., Azizah, S. N., & Prihantini. (2021). Pengelolaan Kurikulum dan Sarana Prasarana sebagai Penunjang Keberhasilan Pembelajaran Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Pembangunan Pendidikan: Fondasi Dan Aplikasi*, 9(2), 121–129.
- Hidayat, R., Dyah M, V., & Ulya, H. (2019). Kompetensi Kepala Sekolah Abad 21: Sebuah Tinjauan Teoretis. *Jurnal Kepemimpinan Dan Pengurusan Sekolah*, 4(1), 61–68.
- Impoolsup, A., Bhumiratana, A., & Flegel, T. W. (1981). Isolation of alkaline and neutral proteases from *Aspergillus* flavus var. *columnaris*, a soy sauce koji mold. *Applied and Environmental Microbiology*, 42(4), 619–628.
- Insyasiska, D., Zubaidah, S., & Susilo, H. (2015). Pengaruh Project Based Learning Terhadap Motivasi Belajar, Kreativitas, Kemampuan Berpikir Kritis, Dan Kemampuan Kognitif Siswa Pada Pembelajaran Biologi. *Jurnal Pendidikan Biologi Volume*, 7(1), 9–21.
- Iwanda, C. N. S., Malika, H. N., & Aqshadigrama, M. (2022). RADEC sebagai Inovasi Model Pembelajaran Pendidikan Agama Islam Pasca Pandemi Covid-19 di Sekolah Dasar. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(24), 430–440.
- Jeniver, J., Fadilah, M., & Alberida, H. (2023). Literatur Review: Pengaruh Model Pembelajaran Pjbl (Project-Based Learning) Terhadap Keterampilan Berpikir

- Kritis Peserta Didik. *BIOCHEPHY: Journal of Science Education*, 3(1), 10-20.
- Johnsons. (1974). *Cooperative Learning*. Jakarta: Karen L. Medsker.
- Jojang, A. A. P., & Hamami, T. (2024). Perkembangan dan Problematika Kurikulum Pendidikan Agama Islam (Pai) Di Indonesia. *Risalah Jurnal Pendidikan Dan Studi Islam*, 10(4), 1648–1664.
- Juhji, & Suardi, A. (2018). Profesi Guru Dalam Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Di Era Globalisasi. *Geneologi PAI: Jurnal Pendidikan Agama Islam*, 5(1), 16–24.
- Juniawati, J., Usmiati, S., & Damayanthi, E. (2015). Pengembangan Keju Lemak Rendah Sebagai Pangan Fungsional. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, 34(1), 31.
- Khoerunnisa, P., & Aqwal, S. M. (2020). Analisis Model-model Pembelajaran. *Fondatia*, 4(1), 1–27.
- Kivunja, C. (2014). Teaching Students to Learn and to Work Well with 21st Century Skills: Unpacking the Career and Life Skills Domain of the New Learning Paradigm. *International Journal of Higher Education*, 4(1), 1–11.
- Kusmiati, E., Ningsih, K., & Ariyati, E. (2019). Hubungan Kreativitas terhadap Hasil Belajar dengan Model PJBL pada Materi Bioteknologi Kelas IX. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Khatulistiwa (JPPK)*, 8(11), 1–8.
- Kusumawati, N. (2022). *Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar*. Magetan: CV. AE Media Grafika.
- Lema, Y., Nurwahyunani, A., Hayat, M. S., & Rachmawati, F. (2023). Pembelajaran Berdiferensiasi Dengan Model PJBL Materi Bioteknologi Untuk Mengembangkan Ketrampilan Kreativitas Dan Inovasi Siswa SMP. *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, 3(3), 7229-7243.
- Magdalena, I., Islami, N. F., Rasid, E. A., & Diasty, N. T. (2020). Tiga Ranah Taksonomi Bloom Dalam Pendidikan. *EDISI : Jurnal Edukasi Dan Sains*, 2(1), 132–139.
- Mardhiyah, R. H., Aldriani, S. N. F., Febyana, C., & Zukfikar, M. R. (2021). Pentingnya Keterampilan Belajar di Abad 21 sebagai Tuntutan dalam Pengembangan Sumber Daya Manusia. *Lectura:Jurnal Pendidikan*, 12(1), 29–40.
- Marlinda, R., & Dafriani, P. (2022). Tapai Sebagai Salah Satu Kandidat Pangan Fungsional. *Jurnal Kesehatan Saintika Meditory*, 2(4657), 62–72.
- Ma'wa, A. J., Toto, T., & Kustiawan, A. (2022). Pengaruh model PjBL-STEM dalam pembelajaran IPA PADA materi bioteknologi terhadap motivasi belajar siswa. *J-KIP (Jurnal Keguruan Dan Ilmu Pendidikan)*, 3(1), 307-314.

- Meutia, Y. R. (2015). Standardisasi Produk Kecap Kedelai Manis Sebagai Produk Khas Indonesia. *Jurnal Standardisasi*, 17(2), 147–156.
- Mona, N., Rachmawati, R. C., & Anshori, M. (2023). Penerapan Model Project Based Learning untuk Meningkatkan Keterampilan Kolaborasi dan Keterampilan Kreativitas Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan Guru Profesional*, 1(2), 150–167.
- Mutamam, M. H. A., & Shantini, Y. (2019). Membangun Karakter Pemuda Melalui Partisipasi Dalam Program Pembangunan Desa. *Indonesian Journal of Adult and Community Education*, 1(2), 47-59.
- Najrah, N., Pardosi, J., & Asnar, A. (2024). Penerapan Model Project Based Learning (PJBL) Untuk Meningkatkan Keaktifan Siswa pada Mata Pelajaran PPKn di Kelas XC SMA Negeri 11 Samarinda. *Jurnal Ilmu Pendidikan dan Psikologi*, 1(3), 395-405.
- Novianti, R. (2021). Model Pembelajaran Untuk Menumbuhkan Karakter Peduli Lingkungan Mata Pelajaran IPA. *JPB - Jurnal Pendidikan Biologi*, 2(2), 16–23.
- Novianti, W. (2020). Urgensi Berpikir Kritis Pada Remaja Di Era 4.0. *Journal of Education and Counseling (JECO)*, 1(1), 38–52.
- Nufus, A. (2021). Penerapan Model Discovery Learning Untuk Meningkatkan Partisipasi Aktif Peserta Didik Pada Pembelajaran Pai. *Seminar Nasional Pendidikan Profesi Guru Agama Islam*, 1(1), 1168–1178.
- Nuraini, V., Puyanda, I. R., Kunciati, W. A. S., & Margareta, L. A. (2021). Perubahan kimia dan mikrobiologi tempe busuk selama fermentasi. *Jurnal Agroteknologi Vol*, 15(02).
- Nuriyah, K., Agus, A. H., Thohir, P. F. D. M., Rusdiah, N., & Sari, K. W. (2024). Adaptasi Strategi Pembelajaran Responsif terhadap Dinamika Siswa Khalisatun. *Jurnal Basicedu*, 8(5), 3843–3851.
- Nurpuspitasari, D., Sumardi, S., Hidayat, R., & Harijanto, S. (2019). Efektivitas Pembelajaran Ditinjau Dari Supervisi Akademik Kepala Sekolah Dan Budaya Sekolah. *Jurnal Manajemen Pendidikan*, 7(1), 762–769.
- Parwito, Hamzah, P., Setyono, B. H. D., Daten, H., Sani, M. D. et al. (2024). *Bioteknologi Konvensional dan Bioteknologi Modern*. Sumedang: Mega Press Nusantara.
- Pramashinta, A., Riska, L., & Hadiyanto. (2014). Review bioteknologi pangan: sejarah, manfaat dan potensi risiko. *Jurnal Biologi Dan Pembelajaran Biologi*, 3(1), 1–5.
- Prasetyo, A. D., & Sari, D. H. (2021). *Pengantar Bioteknologi*. Jakarta: Guepedia.
- Purwanto, N. (1990). *Prinsip-prinsip dan Teknik Evaluasi Pengajaran*. Bandung: Remaja Rosda Karya.

- Puspitasari, E. D. (2016). Keterlaksanaan Penilaian Autentik dan Korelasinya dengan Hasil Belajar Biologi SMA. *Proceeding Biology Education Conference, 13*(1), 196–202.
- Putri, R., & Juhroni, H. (2021). Pelatihan Pembuatan Keju untuk Memenuhi Kebutuhan Nutrisi Tulang dan Gigi Anak Masa *Golden Age*. *ABDIHAZ: Jurnal Ilmiah Pengabdian pada Masyarakat*, 3(2), 87–95.
- Rahayu, R., Rosita, R., Rahayuningsih, Y. S., Hernawan, A. H., & Prihantini, P. (2022). Implementasi Kurikulum Merdeka Belajar di Sekolah Penggerak. *Jurnal Basicedu*, 6(4), 6313–6319.
- Reny Guspratiwi. (2023). Pengaruh Lactobacillus sp. Dan Streptococcus sp. Dalam Pembuatan Yogurt. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin Nusantara (JIMNU)*, 1(2), 91–95.
- Saleh, C. (2020). *Konsep, Pengertian, dan Tujuan Kolaborasi*. Jakarta: Pustaka Universitas Terbuka.
- Sani, R.A. (2014). *Pembelajaran Saintifik Untuk Implementasi Kurikulum 2013*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Santoso, E. B., Hamid, M. A., Warisno, A., Andari, A. A., & Sujarwo, A. (2023). Sistem Manajemen Perencanaan, Pelaksanaan Dan Evaluasi Pembelajaran Di Smp Qur'an Darul Fattah Lampung Selatan. *Al Wildan: Jurnal Manajemen Pendidikan Islam*, 1(3), 146–155.
- Santoso, S. (1998). *Partisipasi, Komunikasi, Persuasi dan Disiplin dalam Pembangunan Nasional*. Bandung: PT Alumni.
- Santoso, S. (2011). *Mastering SPSS Versi 19*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.
- Saparuddin, Lestari, U., & Suarsini, E. (2021). Persepsi dan Kebutuhan Mahasiswa Calon Guru Biologi terhadap Media Pembelajaran Bioteknologi. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 6(5), 720–728.
- Sari, R. T., & Angreni, S. (2018). Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) Upaya Peningkatan Kreativitas Mahasiswa. *Jurnal VARIDIKA*, 30(1), 79–83.
- Sastropoetro, S. (1998). *Partisipasi, Komunikasi, Persuasi, dan Disiplin dalam Pembangunan Nasional*. Bandung: Alumni.
- Setiawan, R. Y., Dwi Puspitasari, R., & Baptista, G. (2020). Projek-Based Learning: Terobosan Baru dalam Melatih HOTS pada Keterampilan Speaking Mahasiswa. *Briliant: Jurnal Riset Dan Konseptual*, 5(4), 721.
- Sine, Y., & Soetarto, E. (2021). Kualitas Tempe Gude (Cajanus cajan (L) Millps.) Berdasarkan Karakteristik Morfologi Dan Lama Waktu Fermentasi. *Indigenous Biologi : Jurnal Pendidikan Dan Sains Biologi*, 3(3), 96–102.
- Siregar, S. (2015). *Metode Penelitian Kuantitatif*. Jakarta: Prenadamedia.

- Sudarisman, S. (2015). Memahami Hakikat Dan Karakteristik Pembelajaran Biologi Dalam Upaya Menjawab Tantangan Abad 21 Serta Optimalisasi Implementasi Kurikulum 2013. *Florea: Jurnal Biologi Dan Pembelajarannya*, 2(1), 29–35.
- Sudijono, A. (1998). *Pengantar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: PT Raja Grafindo.
- Sudjana, N. (2004). *Dasar-Dasar Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Sinar Baru Aglessindo.
- Sudjana, N. (2009). *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Pendidikan Cetakan XII*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. (2009). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sukmawati, H. (2021). Komponen-Komponen Kurikulum Dalam Sistem Pembelajaran. *Ash-Shahabah*, 7(1), 62–70.
- Suknia, S. L., & Rahmani, T. P. D. (2020). Proses pembuatan tempe home industry berbahan dasar kedelai (Glycine max (L.) Merr) dan kacang merah (Phaseolus vulgaris L.) di Candiwesi, Salatiga. *Southeast Asian Journal of Islamic Education*, 3(1), 59-76.
- Suri, M., Hasannah, C. S., Rahmatunnissa, A., Malani, S., & Nanda, R. L. (2024). Pengolahan Ampas Tahu Sebagai Bahan Baku Pembuatan Kecap demgam Proses Fermentasi Menggunakan Aspergillus wentii. *Bioma: Jurnal Biologi Makassar*, 9(1), 2548–6659.
- Suryaningsih, Y. (2017). Practicum-based learning is a means for students to practice applying science process skills in biological material. *Bio Educatio*, 2(2), 49–57.
- Susanta, A., Susanto, E., & Rusdi (2020). Efektivitas project based learning terhadap kemampuan pemecahan masalah dan berpikir kritis mahasiswa. *Jurnal Theorems*, 5(1), 61-68.
- Susilawati, S., & Jannah, W. N. (2019). Metode Pembelajaran Montessori Berbasis Alat Peraga Matematika Berbahan Limbah Karet Spons Terhadap Partisipasi Aktif Siswa. *EduHumaniora / Jurnal Pendidikan Dasar Kampus Cibatu*, 11(2), 107–116.
- Susilowaty, N., Sinambela, P. N. J. M., Bulan, A., Febrina, A., Faturrochman, M., et al. (2022). *Model-Model Pembelajaran*. Banten: Sada Kurnia Pustaka.
- Sutarno. (2016). Genetic Engineering (Rekayasa Genetik) di Bidang Peternakan. *Proceeding Biology Education Conference*, 13(1), 23–27.
- Tiara, C. (2021). Pengaruh Pemberian Dosis Ragi Tapai Terhadap Sifat Organoleptik dan pH Tapai Pisang Gedah. *Prosiding Biology Achieving the*

- Sustainable Development Goals with Biodiversity in Confronting Climate Change, November*, 113–118.
- Undari, M., Darmansyah, & Desyandri. (2023). Pengaruh Penerapan Model PjBL (Project-Based Learning) Terhadap Keterampilan Abad 21. *Jurnal Tunas Bangsa*, 10(1), 25–33.
- Wahyu, R. (2016). Implementasi Model Project Based Learning (PjBL) Ditinjau dari Penerapan Kurikulum 2013. *Teknoscienza*, 1(1), 49–62.
- Walidain, M. B., Bahtiar, R. S., & Sudjarwo, S. (2024). Upaya Meningkatkan Partisipasi Aktif Peserta Didik dalam Proses Pembelajaran IPAS Melalui Model Project-Based Learning (PjBL) di Kelas VI. *Journal of Educational Science and E-Learning*, 1(2), 78-88.
- Wardani, A. K., Wijayanti, S. D., & Widyastuti, E. (2017). *Pengantar Bioteknologi*. Malang: UB Press.
- Wena, M. (2009). *Strategi Pembelajaran Inovatif dan Kontemporer*. Jakarta Timur: PT Bumi Aksara.
- Widyanto, I. P., & Wahyuni, E. T. (2020). Implementasi Perencanaan Pembelajaran. *Satya Sastraharing*, 04(02), 16–35.
- Wihartanti, A. R. (2022). Partisipasi Peserta Didik Dalam Pembelajaran Bahasa Inggris Di Sekolah Dasar Pada Blended Learning. *Jurnal Cakrawala Pendas*, 8(2), 367–377.
- Yelnetty, A., Purnomo, H., Purwadi & Mirah, A. (2014). Biochemical Characteristics of Lactic Acid Bacteria with Proteolytic Activity and Capability as Starter Culture Isolated From Spontaneous Fermented Local Goat Milk. *Journal of Natural Sciences Research*, 4(10), 137–147.
- Zahroh, F. (2020). Pengaruh model pembelajaran project based learning terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada materi elektrokimia. *Phenomenon: Jurnal Pendidikan MIPA*, 10(2), 191-203.
- Zainal, N. (2022). Problem Based Learning pada Pembelajaran Matematika di Sekolah Dasar/ Madrasah Ibtidaiyah. *Jurnal Basicedu*, 6(3), 3584–3593.
- Zubaidah, S., Mahanal, S., Yuliati, L., Dasna, I. W., Pangestuti, A. A., Puspitasari, D. R., Mahfudhillah, H. T., Robitah, A., Kurniawati, Z. L., Rosyida, F., & Sholihah, M. (2018). *Ilmu Pengetahuan Alam*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Zulaikhah, S. R., & Fitria, R. (2020). Total Asam, Viskositas dan Kesukaan Yogurt Buah Pisang Ambon (*Musa paradisiaca*). *Jurnal Sains Peternakan*, 8(2), 77–83.
- Zulpadly, Harahap, F., & Edi, S. (2016). Analisis Kesulitan Belajar Siswa Materi Bioteknologi SMA Negeri Se- Kabupaten Rokan Hilir. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 6(1), 242–248.