

**PENGEMBANGAN LKPD BERBASIS *PROJECT BASED LEARNING*
PADA MATERI BIOTEKNOLOGI KONVENSIONAL SEBAGAI MEDIA
PEMBELAJARAN BIOLOGI KELAS X SMA/MA**

SKRIPSI

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1**



Disusun oleh:

Wahyu Nur Kamaludin

21104070046

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

2026

PENGESAHAN TUGAS AKHIR



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-1611/Un.02/DT/PP.00.9/06/2026

Tugas Akhir dengan judul : PENGEMBANGAN LKPD BERBASIS *PROJECT BASED LEARNING* PADA MATERI BIOTEKNOLOGI KONVENSIONAL SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN BIOLOGI KELAS X SMA/MA

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : WAHYU NUR KAMALUDIN
Nomor Induk Mahasiswa : 21104070046
Telah diujikan pada : Selasa, 02 Juni 2026
Nilai ujian Tugas Akhir : A

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

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang
Dr. Sulistiyawati, S.Pd.L., M.Si
SIGNED

Valid ID: 6a20ca50671a



Penguji I
Mike Dewi Kurniasih, M.Pd.
SIGNED

Valid ID: 6a1fc3beb5325



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

Valid ID: 6a1fd50d6bb81



Yogyakarta, 02 Juni 2026
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan
Prof. Dr. Sigit Purnama, S.Pd.L., M.Pd.
SIGNED

Valid ID: 6a20e11578bee

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wahyu Nur Kamaludin
NIM : 21104070046
Program Studi : Pendidikan Biologi
Fakultas : Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "**Pengembangan LKPD Berbasis *Project Based Learning* Pada Materi Bioteknologi Konvensional Sebagai Media Pembelajaran Biologi Kelas X SMA/MA**" adalah benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan ilmiah yang lazim.

Yogyakarta, 20 Mei 2026

:Penyusun,



Wahyu Nur Kamaludin

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

SURAT PERSETUJUAN TUGAS AKHIR



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

FM-UINSK-BM-05-02/R0

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 : Wahyu Nur Kamaludin

NIM : 21104070046

Judul Skripsi : *Pengembangan LKPD Berbasis Project based Learning* pada Materi Bioteknologi Konvensional sebagai Media Pembelajaran Biologi Kelas X SMA/MA

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 berharap agar skripsi, tugas akhir Saudara/i tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Yogyakarta, 20 Mei 2026

Pembimbing,

Dr. Sulistiyawati, S.Pd.I., M.Si.

NIP. 19830308 200901 2 014

**PENGEMBANGAN LKPD BERBASIS *PROJECT BASED LEARNING*
PADA MATERI BIOTEKNOLOGI KONVENSIONAL SEBAGAI MEDIA
PEMBELAJARAN BIOLOGI KELAS X SMA/MA**

Wahyu Nur Kamaludin

21104070046

ABSTRAK

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh hasil belajar siswa pada materi bioteknologi konvensional yang masih tergolong rendah. Hasil ini disebabkan oleh penggunaan model pembelajaran yang masih konvensional dan berfokus pada ceramah, serta kurangnya media pembelajaran interaktif yang dapat mengintegrasikan konsep teoritis dengan kehidupan sehari-hari. Sehingga menyebabkan rendahnya motivasi dan hasil belajar siswa. Penelitian ini bertujuan untuk: 1) Menghasilkan desain pengembangan LKPD berbasis PjBL pada materi bioteknologi konvensional sebagai media pembelajaran biologi kelas X SMA/MA; 2) Mengetahui kelayakan LKPD berbasis PjBL pada materi bioteknologi konvensional berdasarkan penilaian ahli materi dan ahli media; dan 3) Mengetahui kepraktisan LKPD berbasis PjBL pada materi bioteknologi konvensional berdasarkan respon guru dan siswa. Metode penelitian yang digunakan adalah *research and development* dengan model pengembangan 4D, namun terbatas pada tahap *develop*. LKPD dikembangkan dengan menggunakan *platform* Canva dengan format cetak. Kelayakan produk diuji melalui penilaian oleh 2 orang ahli materi dan 2 orang ahli media, kepraktisan produk diuji melalui penilaian oleh 2 orang guru biologi dan 20 siswa. Data diambil melalui kuesioner dengan skala Likert 1-5. Perhitungan validitas menggunakan rumus *Aiken's V*, perhitungan validitas kepraktisan siswa menggunakan rumus korelasi *Pearson Product Moment*, dan perhitungan reliabilitas menggunakan rumus *Alpha Cronbach*. Hasil validitas penilaian ahli materi sebesar 0,88 dengan kategori layak, penilaian ahli media sebesar 0,89 dengan kategori layak, penilaian guru biologi sebesar 0,92 dengan kategori praktis, dan penilaian siswa sebesar 0,67 dengan kategori praktis. Berdasarkan hasil tersebut, LKPD berbasis PjBL pada materi bioteknologi konvensional yang dikembangkan termasuk dalam kategori sangat layak dan sangat praktis untuk digunakan dalam pembelajaran biologi kelas X SMA/MA.

Kata kunci: LKPD, *Project Based Learning*, Bioteknologi Konvensional

**DEVELOPMENT OF STUDENT WORKSHEET BASED ON PROJECT
BASED LEARNING ON CONVENTIONAL BIOTECHNOLOGY
MATERIAL AS A BIOLOGY LEARNING MEDIA FOR CLASS X SENIOR
HIGH SCHOOL/ISLAMIC SENIOR HIGH SCHOOL**

Wahyu Nur Kamaludin

21104070046

ABSTRACT

This research was motivated by the low student learning outcomes on conventional biotechnology material. This condition was caused by the use of conventional teaching methods that mainly relied on lectures, as well as the lack of interactive learning media capable of integrating theoretical concepts with real life applications. As a result, students motivation and learning outcomes remained low. The objectives of this research are to: 1) Develop a design for a Project Based Learning (PjBL)-based Student Worksheet (LKPD) on conventional biotechnology material as a biology learning medium for tenth-grade senior high school students; 2) Determine the feasibility of the PjBL-based LKPD based on evaluations by material experts and media experts; and (3) Assess the practicality of the PjBL-based LKPD based on responses from teachers and students. This research method employed a Research and Development (R&D) method using the 4D development model, which was limited to the develop stage. The LKPD was designed using the Canva platform in printed format. Product feasibility was assessed by two material experts and two media experts, while product practicality was evaluated by two biology teachers and 20 students. Data were collected through questionnaires using a 1–5 Likert scale. Validity was calculated using Aiken's V formula, the practicality validity of student respons was analyzed using the Pearson Product Moment correlation formula, and reliability was measured using Alpha Cronbach formula. The results showed that the material expert validation score was 0.88, categorized as feasible, while the media expert validation score was 0.89, also categorized as feasible. The practicality assessment by biology teachers obtained a score of 0.92, categorized as practical, whereas the student response score was 0.67, categorized as practical. Based on these findings, the developed PjBL-based LKPD on conventional biotechnology material was categorized as highly feasible and highly practical for use in biology learning for tenth-grade senior high school students.

Keywords: *Student Worksheet, Project Based Learning, Conventional Biotechnology*

MOTTO

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah suatu kaum hingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri”

(Q.S. Ar-Ra'd: 11)

“Pasti doamu yang lancarkan upayaku, mesti doa yang meluncur dari bibirmu,
dan yang kutahu kau takkan pernah berhenti,
tumbuhku kini semoga sesuai yang kau impi”

(Perunggu - Gemilang)

“Masih banyak makanan enak yang harus dicoba, serial yang harus ditamatkan,
dan tempat indah yang harus dikunjungi. Mungkin bagi kita hidup menyakitkan,
tapi bagi orang-orang di sekeliling kita akan lebih menyakitkan kalau kita tidak
hidup. Seberat apa pun keadaan, jangan menyerah, ya.”

(Fiersa Besari)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur, penulis mempersembahkan skripsi ini untuk:

Orang Tua Tercinta:

Bapak Nurrohman dan Ibu Maesaroh

Yang telah memberikan kasih sayang, doa, pengorbanan, serta dukungan dalam setiap langkah perjalanan hidupku.

Diri Sendiri

Yang telah berjuang, bertahan, dan tidak pernah menyerah.

Keluarga Besar:

Mbak Oryza, Adek Intan yang senantiasa memberikan semangat dan motivasi.

Sahabat dan Teman Terkasih

Yang selalu hadir dengan doa, semangat, bantuan dan dukungan dalam segala proses perjalanan ini.

Almometer Tercinta:

Program Studi Pendidikan Biologi
Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillahirabbil'alamiin, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. Atas segala rahmat, karunia, dan hidayah-Nya, sehingga tugas akhir yang berjudul “Pengembangan LKPD *Berbasis Project Based Learning* Pada Materi Bioteknologi Konvensional Sebagai Media Pembelajaran Biologi Kelas X SMA/MA” dapat diselesaikan dengan baik. Sholawat serta salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW. beserta keluarga dan sahabatnya. Semoga kita termasuk umat yang mendapatkan syafa'at beliau kelak di *Yaumul Qiyamah* aamiin.

Penulis menyadari bahwa penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dukungan, serta doa dari berbagai pihak, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Sigit Purnama, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Bapak Dr. Muhammad Ja'far Luthfi, M.Si., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Biologi.
3. Ibu Dr. Sulistiyawati, S.Pd.i., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam memberikan arahan, bimbingan, dukungan serta masukan yang sangat berharga sehingga penelitian skripsi ini dapat terselesaikan.
4. MA Al-Ishlah yang telah memberikan kesempatan, mendukung, dan membantu dalam pelaksanaan penelitian.
5. Bapak Sukirman Ahmad Nurrohman dan Ibu Siti Maesaroh selaku kedua orang tua penulis yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, dan dukungan yang tak terhingga kepada penulis.

6. Kakak Oryza dan Adik Intan yang selalu memberikan semangat dan motivasi dalam setiap langkah perjalanan hidup penulis.
7. Sahabat-sahabat saya Tegar, Rehan, Adrick dan Imadudin, teman-teman program studi Pendidikan Piologi, dan teman-teman UKM bola voli, serta teman teman “kontrakan mamah”. Terimakasih telah hadir dan menjadi bagian dari perjalanan hidup penulis, yang telah berkontribusi banyak dari awal hingga akhir, memberikan semangat, mendukung, menghibur, mendengarkan keluh kesah dan selalu ada untuk penulis baik suka maupun duka.
8. Araa yang selalu menemani, mendengarkan keluh kesah, serta memberi dukungan, semangat, tenaga, pikiran, materi, maupun bantuan kepada penulis.
9. Yang terakhir untuk diri saya sendiri, Wahyu Nur Kamaludin. Terimakasih sudah berusaha keras dan berjuang sejauh ini serta tidak menyerah sesulit apapun proses penyusunan skripsi ini dengan menyelesaikan sebaik dan semaksimal mungkin, kini telah sampai, maka berbahagialah selalu dimanapun berada. Apresiasi sebesar-besarnya karena telah bertanggung jawab untuk menyelesaikan apa yang telah dimulai.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan kemampuan dan pengetahuan penulis. Oleh karena itu, penulis berhadap pembaca dapat memberikan kritik dan saran untuk menjadi perbaikan skripsi ini. Semoga dengan adanya skripsi ini dapat membawa manfaat bagi penulis dan pembaca. *Aamiinn.*

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 21 Mei 2026

Penulis

DAFTAR ISI

PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
SURAT PERSETUJUAN TUGAS AKHIR	iv
ABSTRAK.....	v
MOTTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	8
C. Batasan Masalah.....	9
D. Rumusan Masalah.....	10
E. Tujuan Penelitian.....	11
F. Manfaat Penelitian	11
G. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan	13
H. Asumsi Pengembangan.....	13
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	16
A. Kajian Pustaka.....	16

1.	Hakikat Pembelajaran Biologi	16
2.	Media Pembelajaran Biologi.....	18
3.	Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD).....	20
4.	Model Pembelajaran <i>Project Based Learning</i> (PjBL)	23
5.	Bioteknologi Konvensional.....	27
B.	Penelitian Relevan.....	41
C.	Kerangka Berpikir.....	49
BAB III METODE PENELITIAN		51
A.	Model Pengembangan.....	51
B.	Prosedur Pengembangan.....	52
1.	Tahap <i>Define</i> (Pendefinisian).....	53
2.	Tahap <i>Design</i> (Perancangan).....	57
3.	Tahap <i>Develop</i> (Pengembangan).....	61
C.	Desain Uji Coba Produk	66
1.	Desain Uji Coba	66
2.	Subjek Uji Coba	67
3.	Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data	68
4.	Teknik Analisis Data	75
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN.....		81
A.	Hasil Pengembangan Produk Awal	81
B.	Hasil Uji Coba Produk	110
C.	Hasil Revisi Produk	123
D.	Hasil Produk Akhir.....	136

E. Keterbatasan Penelitian.....	168
BAB V PENUTUP	170
A. Kesimpulan	170
B. Saran.....	172
DAFTAR PUSTAKA	173
LAMPIRAN	187



DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Skala Likert angket validasi ahli	69
Tabel 3. 2 Skala Likert angket kepraktisan	70
Tabel 3. 3 Kisi-kisi angket validasi ahli materi.....	71
Tabel 3. 4 Kisi-kisi angket validasi ahli media	73
Tabel 3. 5 Kisi-kisi angket kepraktisan guru.....	74
Tabel 3. 6 Kisi-kisi angket kepraktisan siswa	75
Tabel 3. 7 Kriteria validitas berdasarkan koefisien Aiken's V	77
Tabel 3. 8 Kriteria reliabilitas berdasarkan koefisien Alpha Cronbach	80
Tabel 4. 1 Hasil uji validitas ahli materi	111
Tabel 4. 2 Hasil uji reliabilitas ahli materi	111
Tabel 4. 3 Hasil uji validitas ahli media	114
Tabel 4. 4 Hasil uji reliabilitas ahli media.....	114
Tabel 4. 5 Hasil uji validitas kepraktisan guru	117
Tabel 4. 6 Hasil uji reliabilitas kepraktisan guru.....	118
Tabel 4. 7 Hasil uji validitas kepraktisan siswa	120
Tabel 4. 8 Hasil uji reliabilitas kepraktisan siswa	121
Tabel 4. 9 Masukan menurut ahli materi.....	124
Tabel 4. 10 Revisi menurut ahli materi	125
Tabel 4. 11 Masukan menurut ahli media	130
Tabel 4. 12 Revisi menurut ahli media.....	130
Tabel 4. 13 Masukan menurut guru.....	134

Tabel 4. 14 Revisi menurut guru 135



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bagan kerangka berpikir pengembangan LKPD berbasis PjBL pada materi bioteknologi konvensional	50
Gambar 3. 1 Diagram alur pengembangan	53
Gambar 3. 2 Pengaturan dimensi dan pembuatan halaman dasar dalam Canva... ..	63
Gambar 3. 3 Penyisipan judul halaman di Canva	64
Gambar 3. 4 Pembuatan elemen navigasi dan penanda visual di Canva	65
Gambar 3. 5 Penginputan konten di Canva.....	66
Gambar 4. 1 Desain produk awal <i>Cover</i> /halaman sampul depan	82
Gambar 4. 2 Desain produk awal halaman informasi penyusun.....	83
Gambar 4. 3 Desain produk awal kata pengantar	85
Gambar 4. 4 Desain produk awal CP & TP	86
Gambar 4. 5 Desain produk awal daftar isi.....	87
Gambar 4. 6 Desain produk awal peta konsep.....	88
Gambar 4. 7 Desain produk awal kegiatan belajar 1 dan prolog	89
Gambar 4. 8 Desain produk awal sub-bab pertama kegiatan belajar 1	91
Gambar 4. 9 Desain produk awal sub-bab pertama bagian aktivitas dan barcode	92
Gambar 4. 10 Desain produk awal sub-bab kedua kegiatan belajar 1	93
Gambar 4. 11 Desain produk awal kegiatan belajar 2 dan prolog	94
Gambar 4. 12 Desain produk awal sub-bab pertama kegiatan belajar 2.....	96
Gambar 4. 13 Desain produk awal sub-bab kedua kegiatan belajar 2	97
Gambar 4. 14 Desain produk awal tugas aktivitas kegiatan belajar 2	98

Gambar 4. 15 Desain produk awal fakta menarik	99
Gambar 4. 16 Desain produk awal tugas mari berlatih	100
Gambar 4. 17 Desain produk awal tugas analisis mandiri	101
Gambar 4. 18 Desain produk awal tugas analisis kelompok	102
Gambar 4. 19 Desain produk awal tugas proyek	103
Gambar 4. 20 Desain produk awal tugas praktikum	104
Gambar 4. 21 Desain produk awal asesmen sumatif	106
Gambar 4. 22 Desain produk awal glosarium	107
Gambar 4. 23 Desain produk awal daftar pustaka	108
Gambar 4. 24 Desain produk awal profil penulis	109
Gambar 4. 25 Desain produk awal halaman sampul belakang	110
Gambar 4. 26 Desain produk akhir <i>Cover</i> /halaman sampul	138
Gambar 4. 27 Desain produk akhir halaman informasi penyusun	139
Gambar 4. 28 Desain produk akhir kata pengantar	140
Gambar 4. 29 Desain produk akhir CP & TP	141
Gambar 4. 30 Desain produk akhir daftar isi	143
Gambar 4. 31 Desain produk akhir peta konsep	144
Gambar 4. 32 Desain Produk akhir kegiatan belajar 1 dan prolog	146
Gambar 4. 33 Desain produk akhir sub-bab pertama kegiatan belajar 1	147
Gambar 4. 34 Desain produk akhir aktivitas 1 dan barcode	149
Gambar 4. 35 Desain produk akhir sub-bab kedua kegiatan belajar 1	150
Gambar 4. 36 Desain produk akhir kegiatan belajar 2 dan bagian prolog	151

Gambar 4. 37 Desain produk akhir sub-bab pertama kegiatan belajar 2	152
Gambar 4. 38 Desain produk akhir sub-bab kedua kegiatan belajar 2.....	154
Gambar 4. 39 Desain produk akhir aktivitas 2.....	154
Gambar 4. 40 Desain produk akhir fakta menarik	155
Gambar 4. 41 Desain produk akhir mari berlatih.....	156
Gambar 4. 42 Desain produk akhir analisis mandiri.....	157
Gambar 4. 43 Desain produk akhir analisis kelompok	158
Gambar 4. 44 Desain produk akhir tugas proyek.....	160
Gambar 4. 45 Desain produk akhir tugas praktikum	161
Gambar 4. 46 Desain produk akhir asesmen sumatif pilihan ganda dan essay...	163
Gambar 4. 47 Desain produk akhir glosarium	164
Gambar 4. 48 Desain produk akhir daftar pustaka.....	165
Gambar 4. 49 Desain produk akhir profil penulis.....	166
Gambar 4. 50 Desain produk akhir sampul belakang	167

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Izin Studi Pendahuluan	187
Lampiran 2 Surat Izin Penelitian.....	188
Lampiran 3 Instrumen Wawancara Studi Pendahuluan Guru	189
Lampiran 4 Instrumen Wawancara Peserta Didik.....	191
Lampiran 5 Angket Validasi Ahli Materi	192
Lampiran 6 Angket Validasi Ahli Media.....	196
Lampiran 7 Angket Kepraktisan Guru	200
Lampiran 8 Angket Kepraktisan Siswa.....	204
Lampiran 9 Hasil Analisis Data Validasi Ahli Materi.....	207
Lampiran 10 Hasil Analisis Data Validasi Ahli Media	209
Lampiran 11 Hasil Analisis Data Kepraktisan Guru.....	211
Lampiran 12 Hasil Analisis Data Kepraktisan Siswa	213
Lampiran 13 Dokumentasi Penelitian.....	215
Lampiran 14 Curriculum Vitae	216

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pendidikan merupakan suatu upaya yang dilakukan dengan sadar dan terencana untuk menciptakan lingkungan belajar serta proses pembelajaran yang memungkinkan peserta didik secara aktif mengembangkan potensinya. Melalui pendidikan, mereka diharapkan dapat membangun kekuatan spiritual, mengendalikan diri, memiliki kepribadian yang baik, menjadi cerdas, berakhlak mulia, serta menguasai keterampilan yang berguna bagi diri sendiri, masyarakat, bangsa dan negara (Choiru dkk., 2021). Pendidikan mencakup pengajaran keterampilan tertentu, serta aspek yang lebih mendalam yang tidak dapat dilihat, seperti penyampaian ilmu pengetahuan, pembentukan pemikiran yang matang, dan pengembangan kebijaksanaan (Pristiwanti dkk., 2022).

Pendidikan abad ke-21 menuntut proses pembelajaran yang tidak hanya berorientasi pada penguasaan konsep, tetapi juga pada kemampuan peserta didik dalam menerapkan pengetahuan untuk memecahkan permasalahan nyata. Integrasi keterampilan abad ke-21 dalam pembelajaran bertujuan memfasilitasi pengembangan kemampuan siswa secara holistik dan keterampilan disiplin belajar (Novita Sariyani, 2021). Namun, sistem pembelajaran di Indonesia masih cenderung berorientasi pada hafalan konsep, bukan pada penerapan dan pengalaman belajar bermakna (Kristiawan M., 2019). Kondisi ini

menyebabkan peserta didik kurang mampu mengaitkan antara teori yang dipelajari dengan konteks praktis di sekitarnya. Oleh sebab itu, diperlukan proses pembelajaran yang adaptif, fleksibel, dan mampu memberikan pengalaman belajar nyata sesuai dengan tujuan Kurikulum Merdeka.

Kurikulum Merdeka menekankan pentingnya pembelajaran yang berpusat pada peserta didik serta berorientasi pada pengembangan karakter dan kompetensi abad ke-21 (Rachmawati N. dkk., 2022). Kegiatan belajar dalam proses pembelajaran di sekolah, hendaknya dirancang agar siswa dapat memahami konsep dan makna materi dengan lebih mudah. Selain itu, proses pembelajaran juga harus mampu mengembangkan kemampuan tertentu yang selaras dengan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai (Ananda R. & Fadhilaturrahmi F., 2018). Oleh sebab itu, materi yang disajikan perlu memiliki struktur yang jelas dan penyampaian yang sederhana. Salah satu mata pelajaran yang memiliki karakteristik sesuai dengan tuntutan tersebut adalah biologi.

Pembelajaran biologi merupakan pembelajaran yang memberikan pengalaman langsung dan bermakna untuk mengembangkan kompetensi siswa dalam memahami alam sekitar dengan baik. Dalam pembelajaran biologi disekolah, siswa diharapkan mampu memahami, menerapkan, serta menganalisis pengetahuan konseptual dan prosedural untuk menyelesaikan berbagai permasalahan (Aqil D. I., 2017). Materi biologi yang dipelajari tidak

hanya berhubungan dengan konsep dari fakta-fakta ilmiah yang konkret, tetapi juga konsep yang tidak dapat diamati secara langsung (Aisyiyah A. T. P. & Amrizal A., 2020). Namun demikian, biologi sering dianggap sebagai pembelajaran yang bersifat hafalan (Suryanti E. dkk., 2019). Pandangan tersebut menyebabkan kesulitan bagi siswa, karena pada dasarnya pembelajaran biologi tidak cukup hanya dengan menghafal, melainkan perlu memahami konsep-konsep yang ada di dalamnya (Yusup I. R., 2018). Salah satu materi biologi yang menekankan pada pemahaman konsep dan memiliki keterkaitan dengan kehidupan sehari-hari adalah bioteknologi konvensional.

Bioteknologi konvensional merupakan cabang ilmu bioteknologi yang memanfaatkan mikroorganisme alami dan melibatkan penerapan prinsip-prinsip biologi dan teknologi dalam proses sederhana. Penerapan prinsip tersebut bertujuan untuk meningkatkan sifat-sifat organisme pada tingkat seluler maupun molekuler demi kepentingan manusia, seperti fermentasi untuk menghasilkan produk yang bermanfaat bagi manusia (Hidayat N. & Hartati R., 2018). Materi ini tidak hanya menuntut pemahaman konsep, tetapi juga keterampilan praktik dan kemampuan peserta didik dalam mengaitkan penerapan bioteknologi dengan kehidupan nyata. Dalam konteks Kurikulum Merdeka, materi bioteknologi konvensional pada Fase E menuntut peserta didik mampu menganalisis penerapan prinsip bioteknologi dalam kehidupan

sehari-hari serta menghasilkan karya sederhana berbasis bioteknologi ramah lingkungan.

Meskipun materi bioteknologi konvensional memiliki keterkaitan erat dengan kehidupan sehari-hari, pada kenyataannya materi ini masih dianggap sulit oleh sebagian peserta didik. Kesulitan tersebut disebabkan karena siswa tidak hanya dituntut memahami konsep teoritis mengenai fermentasi dan peran mikroorganisme, tetapi juga harus memahami proses biologis yang tidak dapat diamati secara langsung. Menurut Hidayati dkk. (2021), materi bioteknologi konvensional termasuk salah satu materi biologi yang memerlukan pembelajaran kontekstual dan kegiatan praktikum karena konsep-konsep di dalamnya berkaitan dengan proses biologis yang kompleks dan aplikatif. Selain itu, penelitian oleh Lestari & Susilo (2020), menunjukkan bahwa siswa sering mengalami miskonsepsi pada materi fermentasi dan pemanfaatan mikroorganisme karena kurangnya media pembelajaran yang mendukung visualisasi konsep dan pengalaman praktik secara langsung. Oleh karena itu, pembelajaran pada materi ini seharusnya tidak hanya berfokus pada teori, tetapi juga memberikan pengalaman belajar melalui aktivitas praktik dan proyek.

Berdasarkan hasil observasi di MA Al-Ishlah Pageruyung, didapatkan informasi bahwa hasil belajar siswa kelas X pada materi bioteknologi konvensional masih tergolong rendah jika dibandingkan dengan materi lainnya. Banyak siswa yang hasil belajarnya masih di bawah batas ketuntasan,

sehingga tujuan pembelajaran belum tercapai secara optimal. Rendahnya hasil belajar tersebut disebabkan proses pembelajaran yang masih menggunakan pendekatan pembelajaran konvensional dan kurang interaktif. Penyampaian materi oleh guru masih cenderung menggunakan metode ceramah dan hanya menjelaskan mengenai materi dasar saja seperti definisi, teori, dan contoh-contohnya saja. Menurut Sudarmanto yang dikutip dalam Gunawan dkk. (2021), model pembelajaran akan mempengaruhi tingkat pemahaman peserta didik terhadap materi yang dipelajari. Selain itu, penelitian Jiyanto dkk. (2024), menunjukkan bahwa model pembelajaran yang monoton menyebabkan motivasi belajar siswa menurun, sehingga proses pembelajaran kurang efektif dan ketercapaian tujuan pembelajaran menjadi rendah

Selain model pembelajaran, keterbatasan media pembelajaran juga menjadi faktor penyebab rendahnya pemahaman siswa. Media pembelajaran yang digunakan di sekolah masih terbatas pada buku paket sebagai satu-satunya sumber belajar, tanpa adanya media pembelajaran interaktif yang mendukung pemahaman konsep peserta didik. Kondisi tersebut menyebabkan peserta didik kurang tertarik dan kurang aktif dalam proses pembelajaran. Menurut Pramana dkk. (2020), rendahnya hasil belajar dapat dipengaruhi oleh kurang optimalnya penggunaan media pembelajaran serta metode pembelajaran yang kurang variatif. Akibatnya, pembelajaran menjadi kurang menarik dan siswa

mengalami kesulitan dalam memahami materi bioteknologi konvensional secara mendalam.

Permasalahan lain yang ditemukan adalah keterbatasan sarana penunjang pembelajaran seperti laboratorium dan akses penggunaan media elektronik seperti *smartphone*. Padahal, pembelajaran bioteknologi konvensional memerlukan kegiatan praktikum untuk membantu siswa memahami proses fermentasi dan pemanfaatan mikroorganisme secara langsung. Fatmawati dkk. (2021), menyatakan bahwa kegiatan praktikum pada materi bioteknologi dapat meningkatkan kemampuan berpikir ilmiah, pemahaman konsep, dan keterampilan proses sains siswa. Namun, keterbatasan fasilitas laboratorium dan penggunaan *smartphone* di lingkungan sekolah berbasis pesantren seperti pada sekolah ini, menyebabkan kegiatan pembelajaran kurang maksimal. Oleh karena itu, untuk meningkatkan hasil belajar siswa dan ketercapaian tujuan pembelajaran, dibutuhkan inovasi media pembelajaran serta pembaruan model pembelajaran.

Media pembelajaran yang umum digunakan untuk membantu proses pembelajaran adalah Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Menurut Prastowo (2014) yang dikutip dalam Triana (2021), LKPD merupakan suatu media pembelajaran cetak yang digunakan sebagai media pembelajaran yang berupa lembar-lembar kertas berisi materi, ringkasan, dan petunjuk pelaksanaan tugas yang harus dikerjakan siswa, baik bersifat teoritis atau praktis yang mengacu

kepada kompetensi dasar yang harus dicapai siswa. Penggunaan LKPD dapat mendorong siswa lebih aktif, meningkatkan pemahaman konsep, serta melatih keterampilan proses (Umbaryati, 2016). Selain itu, LKPD juga dapat mendukung terciptanya pembelajaran yang bermakna, menyenangkan, dan kontekstual karena materi pembelajaran dapat dikaitkan dengan lingkungan sekitar peserta didik (Amalia & Isnawati, 2023). Akan tetapi, LKPD yang digunakan di sekolah umumnya masih bersifat konvensional dan belum memfasilitasi kegiatan investigatif maupun proyek yang dapat meningkatkan keterampilan berpikir dan pemahaman konsep siswa pada materi bioteknologi konvensional. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan implementasi model pembelajaran yang mampu melibatkan siswa secara aktif melalui kegiatan praktik dan proyek nyata. Salah satu model pembelajaran yang sesuai adalah *Project Based Learning* (PjBL).

Model PjBL merupakan model pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengeksplorasi, merancang, dan menghasilkan suatu produk sebagai solusi terhadap permasalahan tertentu dapat memotivasi siswa untuk mengeksplorasi, merancang, dan menciptakan produk nyata sebagai solusi terhadap suatu permasalahan (Syafuruddin dkk., 2022). Dengan demikian, keterbatasan pemahaman siswa akibat metode pembelajaran ceramah dapat diminimalkan. Selain itu, PjBL memiliki keunggulan dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis, pemecahan

masalah, kreativitas, kerja sama, serta tanggung jawab individu maupun kelompok (Thomas J. W., 2000). Dalam pembelajaran materi bioteknologi konvensional, penerapan PjBL sangat relevan karena memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menganalisis penerapan prinsip bioteknologi dalam kehidupan sehari-hari dan menghasilkan karya melalui kegiatan proyek.

Berdasarkan uraian permasalahan dan potensi solusi tersebut, diperlukan pengembangan media pembelajaran yang mampu mendukung pembelajaran yang aktif, kontekstual, dan berbasis proyek pada materi bioteknologi konvensional. LKPD berbasis PjBL dengan fokus materi bioteknologi konvensional merupakan langkah solusi yang tepat. Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian pengembangan dengan judul “Pengembangan LKPD Berbasis *Project Based Learning* pada Materi Bioteknologi Konvensional sebagai Media Pembelajaran Biologi Kelas X SMA/MA”. Pengembangan LKPD ini diharapkan dapat membantu meningkatkan pemahaman konsep, motivasi belajar, serta meningkatkan hasil belajar peserta didik melalui pengalaman belajar yang lebih bermakna dan aplikatif.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan, beberapa permasalahan yang terdapat dalam pembelajaran biologi materi bioteknologi konvensional di MA-Al-Ishlah Pageruyung sebagai berikut:

1. Model pembelajaran yang diterapkan pada materi bioteknologi masih berpusat pada guru sehingga siswa menjadi kurang interaktif dalam kegiatan eksploratif maupun praktik.
2. Keterbatasan media pembelajaran interaktif sehingga menyebabkan siswa belum terfasilitasi dalam mengembangkan keterampilan proses sains dan kemampuan mengaplikasikan konsep bioteknologi konvensional dalam kehidupan sehari-hari.
3. Belum tersedianya media ajar berbasis PjBL yang dapat membantu siswa belajar melalui kegiatan proyek dan praktik langsung pada materi bioteknologi konvensional.
4. Sarana penunjang pembelajaran biologi seperti laboratorium belum tersedia sehingga proses pembelajaran pada materi bioteknologi konvensional kurang maksimal.

C. Batasan Masalah

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

1. Pengembangan media pembelajaran untuk materi bioteknologi konvensional bagi siswa kelas X SMA/MA sesuai dengan Capaian Pembelajaran Fase E Kurikulum Merdeka.
2. Jenis media yang dikembangkan berupa LKPD berbasis *Project Based Learning* dengan tahapan: mengorientasikan siswa pada masalah, mendesain dan merencanakan proyek, menyusun jadwal proyek,

pelaksanaan dan monitoring proyek, menilai dan menguji hasil, dan mengevaluasi hasil proyek.

3. LKPD dikembangkan dengan format cetak karena kurangnya akses dan media elektronik di sekolah.
4. Pengembangan media terbatas pada tahap *development* dalam model 4D karena keterbatasan kapabilitas peneliti.
5. Uji kelayakan produk dilakukan oleh ahli materi dan ahli media, sedangkan uji kepraktisan dilakukan oleh guru dan siswa kelas X MA Al-Ishlah sebagai subjek penelitian.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, identifikasi dan batasan masalah yang telah disebutkan, rumusan masalah untuk penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana desain pengembangan LKPD berbasis *Project Based Learning* pada materi bioteknologi konvensional sebagai media pembelajaran biologi kelas X SMA/MA?
2. Bagaimana kelayakan LKPD berbasis *Project Based Learning* pada materi bioteknologi konvensional sebagai media pembelajaran biologi kelas X SMA/MA berdasarkan penilaian ahli materi dan ahli media?
3. Bagaimana kepraktisan LKPD berbasis *Project Based Learning* pada materi bioteknologi konvensional sebagai media pembelajaran biologi kelas X SMA/MA berdasarkan respon guru dan siswa?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang disebutkan, tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Menghasilkan desain pengembangan LKPD berbasis *Project Based Learning* pada materi bioteknologi konvensional sebagai media pembelajaran biologi kelas X SMA/MA.
2. Mengetahui kelayakan LKPD berbasis *Project Based Learning* pada materi bioteknologi konvensional sebagai media pembelajaran biologi kelas X SMA/MA.
3. Mengetahui kepraktisan LKPD berbasis *Project Based Learning* pada materi bioteknologi konvensional sebagai media pembelajaran biologi kelas X SMA/MA.

F. Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan yang telah disebutkan, penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi pendidikan baik secara teoritis maupun praktis. Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat teoritis

Secara teoritis, hasil dari penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk:

- a. Memperkaya kajian ilmiah tentang pengembangan media pembelajaran LKPD berbasis PjBL.

- b. Memberikan kontribusi dalam bidang pendidikan, khususnya terkait pengembangan media pembelajaran biologi.
- c. Menambah bahan referensi bagi peneliti serupa di masa mendatang.

2. Manfaat praktis

Secara praktis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat untuk:

a. Bagi Siswa

- 1) Mempermudah siswa dalam memahami materi bioteknologi konvensional dengan metode pembelajaran berbasis proyek.
- 2) Melatih kemampuan kreatif dan inovatif dengan pembelajaran berbasis proyek khususnya untuk kehidupan sehari-hari.
- 3) Membantu siswa mengembangkan kompetensi abad 21, seperti keterampilan berpikir ilmiah, kemampuan bekerja sama, dan pemahaman bermakna melalui pembelajaran berbasis proyek.

b. Bagi Guru

- 1) Memberikan alternatif media pembelajaran inovatif berupa LKPD berbasis PjBL pada materi bioteknologi konvensional.
- 2) Memudahkan guru dalam menyampaikan materi bioteknologi konvensional.
- 3) Mendukung guru dalam menerapkan model pembelajaran berbasis proyek sesuai Kurikulum Merdeka.

c. Bagi Sekolah

- 1) Memberikan media pembelajaran inovatif berupa LKPD guna mendorong siswa untuk aktif dalam pembelajaran serta memecahkan masalah sesuai konteks kehidupan nyata.
- 2) Menambah referensi pengembangan media pembelajaran pada mata pelajaran yang lain.

G. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

Spesifikasi produk yang dikembangkan pada penelitian ini yaitu:

1. Produk yang dikembangkan berupa LKPD berbasis PjBL.
2. LKPD yang dikembangkan berisi materi pendukung dan aktivitas pembelajaran meliputi desain proyek, tugas mandiri, tugas kelompok, tugas praktikum dan asesmen.
3. Produk diperuntukkan untuk siswa kelas X SMA/MA fase E.
4. LKPD yang dikembangkan berbentuk cetak berukuran B5 dan dibuat dengan aplikasi *Canva* dan *Microsoft Word*.

H. Asumsi Pengembangan

Pengembangan media pembelajaran LKPD berbasis PjBL pada penelitian ini didasari oleh beberapa asumsi sebagai berikut:

1. LKPD yang dikembangkan dapat memfasilitasi peserta didik untuk belajar mandiri di sekolah maupun rumah.

2. LKPD yang dikembangkan dapat memfasilitasi guru dalam pembelajaran berbasis PjBL untuk meningkatkan kemampuan penalaran biologis siswa.
3. Integrasi model PjBL dalam LKPD dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kreatifitas, dan kemampuan pemanfaatan bioteknologi konvensional.
4. Validator ahli yang memvalidasi LKPD ini adalah dosen dan guru biologi yang mengetahui secara pasti mengenai keilmuan biologi.



BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Desain LKPD berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi bioteknologi konvensional dikembangkan menggunakan model pengembangan 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*), namun pada penelitian ini dibatasi hanya sampai tahap *Develop*. LKPD disusun dalam bentuk media pembelajaran cetak yang terdiri atas beberapa bagian utama, meliputi cover/halaman sampul, informasi penyusun, kata pengantar, CP & TP, daftar isi, peta konsep, materi/kegiatan belajar, fakta menarik, analisis mandiri, analisis kelompok, tugas proyek, tugas praaktikum, asesmen sumatif, glosarium, dan profil penulis. Setiap bagian dirancang secara sistematis dengan mengintegrasikan tahapan pembelajaran berbasis proyek pada bagian materi dan kegiatan tugas, guna mendukung proses pembelajaran yang kontekstual, aktif, dan partisipatif.
2. Kelayakan produk diuji melalui penilaian oleh ahli materi dan ahli media menggunakan angket dengan skala *Likert* 1-5. Hasil penilaian dari dua orang ahli materi memperoleh nilai validitas 0,88 dengan kategori sangat tinggi. Penilaian tersebut mencakup aspek panduan dan informasi, materi

dan konten, kebahasaan, serta kegiatan dan tugas. Kemudian, hasil reliabilitas ahli materi mendapatkan nilai 0,81 dengan kategori reliabilitas sangat tinggi. Sementara itu hasil penilaian dari dua orang ahli media memperoleh nilai validitas 0,89 dengan kategori sangat tinggi. Aspek yang dinilai meliputi komponen LKPD, desain *cover/sampul*, tampilan isi, kegiatan siswa, dan kesesuaian bahasa. Kemudian, hasil reliabilitas ahli media mendapatkan nilai 0,98 dengan kategori reliabilitas sangat tinggi. Berdasarkan hasil validitas dan reliabilitas penilaian ahli materi dan ahli media tersebut, LKPD berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi bioteknologi konvensional dinyatakan **sangat layak** digunakan sebagai media pembelajaran biologi siswa kelas X SMA/MA.

3. Kepraktisan produk diuji melalui penilaian oleh guru dan siswa menggunakan angket dengan skala *Likert* 1-5. Hasil penilaian dari dua orang guru memperoleh nilai validitas 0,92 dengan kategori sangat tinggi. Penilaian tersebut mencakup aspek kualitas materi, kualitas bahasa, dan kualitas desain. Kemudian hasil reliabilitas angket kepraktisan guru memperoleh nilai sebesar 0,82 dengan kategori sangat tinggi. Sementara itu, hasil penilaian dari 20 siswa kelas X MA Al-Ishlah Pageruyung memperoleh nilai validitas 0,67 yang menunjukkan hasil valid dan praktis. Penilaian oleh siswa meliputi aspek konstruksi, teknis, serta isi dan penyajian materi. Kemudian, hasil reliabilitas penilaian siswa memperoleh nilai sebesar 0,89 dengan kategori sangat tinggi. Berdasarkan hasil

tersebut, LKPD berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi bioteknologi konvensional dinyatakan **sangat praktis** digunakan sebagai media pembelajaran biologi siswa kelas X SMA/MA.

B. Saran

Berdasarkan penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Produk LKPD berbasis *project based learning* (PjBL) pada materi bioteknologi konvensional sebagai media pembelajaran kelas X SMA/MA yang telah dikembangkan masih memerlukan penyempurnaan dan pengembangan lebih lanjut. Hal tersebut perlu dilakukan agar kualitas LKPD menjadi lebih baik, sehingga layak untuk digunakan secara lebih luas dalam proses pembelajaran.
2. Penelitian ini hanya dilakukan sampai tahap pengembangan (*develop*) dan uji kepraktisan saja, sehingga peneliti selanjutnya disarankan untuk melanjutkan penelitian pada tahap penyebaran (*disseminate*) dan uji efektivitas produk.
3. Pengembangan LKPD diperlukan adanya inovasi dan pengembangan dalam bentuk muatan materi, agar LKPD yang dikembangkan menjadi lebih menarik dan interaktif serta dapat menjangkau cakupan materi yang lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- Agam Cindy Felia, Harizon, & GustiDiah Riski. (2024). Pengembangan LKPD Berbasis PjBL pada Materi Zat dan Perubahannya untuk Meningkatkan Berfikir Kreatif Siswa SMP. *JIIP (Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan)* , 7(7), 6696–6701.
- Aidin Luthfi, Indahwati Nanik, & Anung Priambodo. (2019). Pengembangan Aplikasi Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) PJOK Berbasis Android Pada Sekolah Menengah Kejuruan. *Jurnal Mitra Pendidikan (JMP Online)*, 3(2), 230–284.
- Aisyiyah A. T. P., & Amrizal A. (2020). Penerapan Pendekatan Saintifik (Scientific Approach) Dalam Pembelajaran Biologi SMA. . *Jurnal Pelita pendidikan*, 8(4).
- Alang Hasria. (2024). Produk Bioteknologi Konvensional. Dalam Parwito & Sari Silvia Permata (Ed.), *Bioteknologi Konvensional Dan Modern* (hlm. 57–58). CV. Mega Press Nusantara.
- Amalia Dhea Rizqy, & Isnawati. (2023). Validitas dan Kepraktisan LKPD PjBL (Project Based Learning) Materi Bioteknologi Untuk Melatih Keterampilan Bioentrepreneurship. *BioEdu Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 12(2), 515–524.
- Ananda R., & Fadhilaturrahmi F. (2018). Analisis Kemampuan Guru Sekolah Dasar Dalam Implementasi Pembelajaran Tematik Di SD. *Jurnal Basicedu*, 2(2), 11–21.
- Aqil D. I. (2017). Literasi Sains Sebagai Konsep Pembelajaran Buku Ajar Biologi di Sekolah. *Wacana Didaktika*, 5(02), 160–171.

- Arifin Ahmad Samsul, & Carolina Hifni Septiana. (2024). Pengembangan E-LKPD Berbasis Project Based Learning Pada Materi Bioteknologi Untuk Siswa Kelas X SMAN 1 Batanghari. *BEST Journal of Biology Education, Science & Technology*, 7(1), 674–680.
- Arikunto S. (2018). *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan*. Bumi Aksara.
- Arnold M. P., Small R. V., Chauncey S. A., & McKenna H. P. (2011). Curiosity, Interest and Intrinsic Motivation: A Conceptual Framework for Public School Libraries. *Digital School Library Journal*.
- Arsal A., Ramadhan S., & Fitri R. (2024). Desain Grafis dan Keterbacaan Media Pembelajaran Digital untuk Siswa Menengah Atas. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 45–48.
- Arsyad A. (2019). *Media Pembelajaran (Revisi)*. PT RajaGrafindo Persada. .
- Banila, Lidya, Hana Lestari, & Ridwan Iskandar. (2021). Penerapan Blended Learning dengan Pendekatan STEM untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Siswa pada Pembelajaran Biologi di Masa Pandemi Covid-19. . *Journal of Biology Learning*, 3, 25–33.
- Bhattacharya K., & Han s. (2001). Constructionism, Learning by Design, and Project Based Learning. Dalam D. H. Jonassen (Ed.), *Handbook of Research on Educational Communication and Technology*. Association for Educational Communications and Technology.
- Choiru, P., Choirul, U. |, Nur, A., Ilmiyah, F., Asisul, |, Ummy, K., Laili, F., Dewi, |, Triani, A., Zaimatus Septiana, N., & Sulistyawati, E. (2021). *Pengantar Pendidikan*. www.pustakalarningcenter.com
- Dahri N. (2022). *Problem and Project Based Learning (PjBL) Model Pembelajaran Abad 21* (M. Dewi, Ed.). Muharika Rumah Ilmiah.

- Depdiknas. (2008). *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Departemen Pendidikan Nasional.
- Dewi Shilviani, Shari Amalia, Purba Rani Elisa, & Susilowarno Remigius Gunawan. (2022). *Biologi* (Putriningsih Dwi Pajar & Lestari Arifah Dinda, Ed.). Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- Djamarah S. B., & Zain A. (2022). *Strategi Belajar Mengajar*. Rineka Cipta.
- Domínguez Pérez C., Organista Sandoval J., & López Ornelas M. (2018). Instructional Design for the Development of Digital Educational Contents for Smartphones. *Apertura (Guadalajara, Jal.)*, 10(2), 80–93.
- Dyson M. C. (2004). How Physical Text Layout Affects Reading From Screen. *Behaviour & Information Technology*, 23(6), 377–393.
- Emda A. (2018). Kedudukan Motivasi Belajar Siswa Dalam Pembelajaran. *Lantanida Journal*, 5(2), 172–182.
- Fatimah, & Muamar M. R. (2023). *Analisis Kebutuhan dan Karakteristik Peserta Didik*. Deepublish.
- Fatmawati R., Hidayat M., & Rahma D. (2021). Pengaruh Kegiatan Praktikum Terhadap Keterampilan Proses Sains dan Hasil Belajar Biologi Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 13(2), 85–92.
- Fauzy A. (2019). *Metode Sampling* (A. Canty, Ed.; Kedua). Universitas Terbuka.
- Fitriani N., & Yuliyanto E. (2021). Pengaruh Penggunaan Peta Konsep Terhadap Pemahaman Konsep Biologi Siswa. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 7(1), 55–63.

- Gosal S. S., Wani S. H., & Kang M. S. (2010). Biotechnology and Crop Improvement. *Journal of Crop Improvement*, 24(3), 167–191.
- Gunawan G., Purwoko A. A., Ramdani A., & Yustiqvar M. (2021). Pembelajaran Management System Berbasis Moodle Pada Masa Pandemi Covid-19. *Indonesian Journal of Teacher Education*, 4(1), 226–235.
- Handayani R., & Widodo W. (2021). Pengaruh Kegiatan Praktikum Terhadap Keterampilan Proses Sains dan Pemahaman Konsep Biologi Siswa. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 7(3), 256–265.
- Haryono R. W. (2025). Pengaruh Model Project Enviromental Learning terhadap Enviromental Literacy and Awareness Peserta Didik pada Materi Pemanfaatan Limbah Domestik. *Jurnal Integrasi Dan Harmoni Inovatif Ilmu-ilmu Sosial*, 5(1), 1–10.
- Hasan Ani M., Nusantari Elya, Latjompoh Masra, & Nurrijal. (2017). *Strategi Belajar Mengajar Biologi*. UNG Press.
- Hasan M., Milawati, Darodjat, Harahap T. K., Tahrir T., Anwari A. M., Rahmat A., Masdiana, & Indra I M. (2021). *Media Pembelajaran*. Tahta Media Group.
- Herayani Lulu, Ilhamdi Mohammad Liwa, & Syazali Muhammad. (2024). Pengembangan LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik) Berbasis PBL (Problem Based Learning) Pada Materi IPA. *Journal of Classroom Action Research*, 6(2), 342–348.
- Hidayat M. F. (2026). Penguatan Keterampilan Berpikir Kritis melalui Analisis Mandiri pada Model Pembelajaran Berbasis Proyek di Kelas Biologi. *Jurnal Penelitian Pendidikan Sains*, 15(2), 112–125.

- Hidayat N., & Hartati R. (2018). Penerapan Bioteknologi Konvensional dalam Produksi Pangan Tradisional Indonesia. *Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian*, 13(2), 55–63.
- Hidayati N., Amin M., & Rohman F. (2021). Analisis Kesulitan Belajar Siswa pada Materi bioteknologi di SMA. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 7(2), 133–141.
- Hidayati N., & Khotimah H. (2021). Pemanfaatan QR Kode pada Media Pembelajaran untuk Meningkatkan Motivasi dan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 9(4), 563–572.
- Hikmawati H. (2020). *Metodologi Penelitian*. Rajagrafindo Persada.
- Hujjatusnaini N., Corebima A. D., Gofur A., & Zubaidah S. (2022). The Effect of Blended Project-Based Learning Integrated with 21st-Century Skills on Pre-Service Biology Teachers' Higher-Order Thinking Skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 11(1), 104–118.
- Humayroh, S., Anas, N., & Adlini, M. N. (2023). Pengembangan LKPD Berbasis Project Based Learning untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Bioteknologi Konvensional Kelas XII SMA/IPA. Dalam *Sci-Tech Journal* (Vol. 2, Nomor 2).
- Husamah H. (2024). *Penggunaan Aplikasi Canva dalam Pembelajaran*. Bildung Nusantara.
- Ibrahim A., Alang A. H., Madi, Baharuddin, Ahmad M. A., & Darmawati. (2018). *Metodologi Penelitian* (I. Ismail, Ed.). Gunadarma Ilmu.
- Jiyanto Pasopati R. U., Faqihuddin A., Ramadhan F. N., Eijaya K., Rusdi W. K., Maryati S., Boiliu F. M., Pitra D. H., Mutiara Alfaris L., Syari S. F., Zuschaiya D., Ramadhanti D., & Fakhrunnisa N. (2024). *Pendidikan &*

Pembelajaran Era Society 5.0 (M. Mansyur, Ed.; Edisi Pertama). Alifba Media.

Konstantinov K., Yoshida T., & Seki T. (2002). Bioprocess Monitoring and Control: A Comparative Study of Conventional and Modern Biotechnological Approaches. *Jurnal of Biotechnology*, 96(3), 217–231.

Kristiawan M. (2019a). *Analisis Pengembangan Kurikulum dan Pembelajaran* (Wachidi, Riyanto, Badeni S., Hamzah, & R. Chandra, Ed.). FKIP Universitas Bengkulu.

Kristiawan M. (2019b). Pendidikan Abad 21: Inovasi, Tantangan, dan Pembelajaran Bermakna. *Jurnal Pendidikan dan Pengajaran*, 52(3), 189–200.

Kurniawan D. (2022). Implementasi Project Based Learning dalam Meningkatkan Keterampilan Abad 21 Siswa. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 11(3), 315–324.

Larasati Eva. (2023). Pengembangan Media Ajar Kartu Semesta untuk Memperkaya Glosarium Siswa SMA pada Mata Pelajaran Biologi. *Mitra Pilar: Jurnal Pendidikan, Inovasi, dan Terapan Teknologi*, 2(1), 37–44.

Lestari A., & Kurniawan D. (2021). Strategi Visualisasi Data dalam Pengembangan Bahan Ajar Sains. *Jurnal Inovasi Pembelajaran*, 7(2), 145–158.

Lestari D., & Susilo H. (2020). Miskonsepsi Siswa SMA pada Materi Fermentasi dalam Pembelajaran Biologi. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 8(3), 345–354.

Lestari P., & Wijaya K. (2026). Efektivitas Diskusi Kolaboratif dalam Meningkatkan Kemampuan Argumentasi Ilmiah pada Pembelajaran

- Bioteknologi Berbasis Proyek. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 14(3), 201–215.
- Lestari Sri, & Yuwono Ahmad Agung. (2022). *Coaching untuk Meningkatkan Kemampuan Guru dalam Menerapkan Pembelajaran Berbasis Poyek (Project Based Learning)* (Tim Kun Fayakun, Ed.). Kun Fayakun.
- Mayer R. E. (2009). *Multimedia Learning* (2nd ed.). Cambridge University Press.
- Mesra R., Salem V., Polii M. G. M., Santie Y. D. A. S., Wisudariani N. R. M., Sarwandi, Sari R. P., Yulianti R., Nasar A., Yenita Y., & Santiari N. P. L. (2023). *Research & Development dalam Pendidikan* (Miftahul Jannah, Ed.). Mifandi Mandiri Digital.
- Mubarok H. (2022). DIKTAT Media Pembelajaran Biologi. *Tadris Biologi FITK UIN KHAS Jember*.
- Mubarok H. (2022). DIKTAT Media Pembelajaran Biologi. *Tadris Biologi FITK UIN KHAS Jember*.
- Mularahmawati Vinny, Annisah Kurniati, & Depriwana Rahmi. (2021). *Pengembangan LKS Matematika Berbasis Pendekatan Problem Based Learning*. 1(3).
- Novita Sariyani. (2021). *Belajar & Pembelajaran*. Edu Publidher.
- Nugroho Tegar Bagus. (2025). *Pengembangan E-LKPD Eco Enzyme Berbasis Project Based Learning (PjBL) Sebagai Media Pembelajaran Biologi SMA/MA*. Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
- Nurdin Syafruddin, & Adriantoni. (2016). *Kurikulum dan Pembelajaran* (1 ed.). Rajawali Pers.

- Parwito. (2024). Bioteknologi Konvensional Dan Modern. Dalam Parwito & Sari Silvia Permata (Ed.), *Bioteknologi Konvensional Dan Modern* (hlm. 1–9). CV. Mega Press Nusantara.
- Parwito, Hamzah Pratiwi, Setyono Bagus Dwi Hari, Daten Helena, Sani Maydita Dwi, Tenriawaru Eka Pratiwi, Alang Hasria, Ashar Jabal Rahmat, Farhanah A., Sari Permata Silvia, Pratiwi Esti Rizkiana, Prasetyawan Fendi, & Hastuti. (2024). *Bioteknologi Konvensional dan Modern* (Parwito & Sari Silvia permata, Ed.). CV. Mega Press Nusantara.
- Pradana R. (2026). Evaluasi Capaian Pembelajaran Bioteknologi: Perbandingan Efektivitas Soal Objektif dan Uraian dalam Model PjBL. *Jurnal Asesmen dan Evaluasi Pendidikan*, 14(2), 75–89.
- Pramana, M. W. A., Jampel, I. N., & Pudjawan, K. (2020). Meningkatkan Hasil Belajar Biologi Melalui E-Modul Berbasis Problem Based Learning. *Jurnal Edutech Undiksha*, 8(2), 17. <https://doi.org/10.23887/jeu.v8i2.28921>
- Prasetyo A. R., Kaloeti D. V. S., Rahmandani A., Salma, & Ariati J. (2020). *Buku Ajar Metodologi penelitian Eksperimen*. Fak. Psikologi UNDIP.
- Prasetyo Angga, Poluan Riksy Hiskia, Astuti Putu Widya Indra, Nendissa Sandriana J, Suparthana I Putu, Archadiya Meilan, Wirayudha R Hilman, Suparman, Solichah Lili, Harianie Liliek, & Arkan Naofal Dhia. (2026). *Bioteknologi Pangan* (Ansar Muhammad, Ed.). Azzia Karya Bersama.
- Prastowo. (2015a). *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Togamas.
- Prastowo. (2015b). *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Togamas.
- Pratama A. T., & Setyaningrum Y. (2019). Pemanfaatan Teka-Teki Silang (TTS) Biologi sebagai Media Evaluasi Formatif untuk Meningkatkan Retensi Istilah Ilmiah. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*.

- Pratama R. A., Lestari S., & Susilo H. (2023). Pengembangan LKPD Berbasis PjBL pada Materi Bioteknologi untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 11(3), 512–526.
- Prayoga A. S., Natasya R. D., & Syaifudin M. (2024). Analisis Kelayakan Kegrafikan pada Buku Ajar Pendidikan Agama Islam dan Budi Pekerti. *Ta'dibuna: Jurnal Pendidikan Islam*, 13(4), 224–245.
- Pristiwanti, D., Badariah, B., Hidayat, S., & Dewi, R. S. (2022). Pengertian Pendidikan. *Jurnal Pendidikan dan Konseling*, 4(6), 7911–7915.
- Putri Firani, & Zakir Supratman. (2023). Mengukur Keberhasilan Evaluasi Pembelajaran: Telaah Evaluasi Formatif Dan Sumatif Dalam Kurikulum Merdeka. *Dewantara : Jurnal Pendidikan Sosial Humaniora*, 2(4), 172–180.
- Putri N. A., Susilowati E., & Handayani S. (2022). Pengaruh Desain Visual Bahan Ajar Terhadap Motivasi Belajar Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 10(3), 456–467.
- Rachman A., Yochanan E., Samanlangi A. I., & Purnomo H. (2024a). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D* (B. Ismayana, Ed.). CV Saba Jaya Publisher.
- Rachman A., Yochanan E., Samanlangi A. I., & Purnomo H. (2024b). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D* (B. Ismayana, Ed.). CV Saba Jaya Publisher.
- Rachmawati N., Marini A., Nafiah M., & Nurasiah I. (2022). Projek Penguatan Profil Pelajar Pancasila dalam Implementasi Kurikulum Prototipe di Sekolah Penggerak Jenjang Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 6(3), 3613–3625.

- Rahmat A. (2016). *Model Project-Based Learning dalam Perspektif Konstruktivisme*. UPI Press.
- Rahmawati F., & Atmojo I. R. W. (2021a). Analysis of Student Worksheets Design to Improve Learning Effectiveness in Biology Learning. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 7(2), 145–154.
- Rahmawati F., & Atmojo I. R. W. (2021b). Analysis of Student Worksheets Design to Improve Learning Effectiveness in Biology Learning. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 7(2), 145–154.
- Ratnasari Evie, & Indana Sifak. (2014). Kelayakan Teoritis LKS Project Based Learning (PjBL) Penggunaan Bahan Alternatif Produk Bioteknologi Konvensional. *BioEdu Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 3(3), 396–403.
- Ritonga A. P., Andini N. P., & Iklimah L. (2022). Pengembangan Bahan Ajaran Media. *Jurnal Multidisiplin Dehasen (MUDE)*, 1(3), 343–348.
- Rojabi Muhammad Afdan. (2025). *Daftar Pustaka: Tips Cepat Dan Contoh Lengkap* (Abdullah, Melik Mohamed Sayuti, & Claudia Indriana, Ed.). Afdan Rojabi Publisher.
- Rustaman N. Y. (2011). Pendidikan dan Penelitian Sains Dalam Mengembangkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Untuk Pembangunan Karakter. *Makalah Seminar Nasional VIII P.Biologi, FKIP UNS*.
- Sa'adah R. N., & Wahyu. (2020). *Metode Peneitian R&D (Research and development): Kajian Teoritis dan Aplikatif*. Literasi Nusantara Abadi.
- Sadiman A. S. (2022). *Media Pendidikan: Pengertian, Pengembangan, dan Pemanfaatannya*. Rajawali Press.

- Sanjaya W. (2021). *Perencanaan dan Desain Sistem Pembelajaran*. Kencana.
- Saputra D. (2026). Analisis Variabel Waktu Fermentasi dalam Praktikum Bioteknologi Konvensional untuk Meningkatkan Keterampilan Inkuiri Siswa. *Jurnal Laboratorium Pendidikan Biologi*, 11(4), 150–165.
- Sari A., & Pratama R. (2026). Pengaruh Penggunaan Teka-Teki Silang dalam LKPD Berbasis PjBL terhadap Penguasaan Konsep Mikrobiologi Terapan. *Jurnal Inovasi Pendidikan Biologi*, 12(1), 45–58.
- Sari N. P., & Rosdiana L. (2021). Penerapan Project Based Learning Untuk Meningkatkan Keterampilan Kolaborasi dan Komunikasi Siswa. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 9(2), 230–239.
- Satrianawati. (2018). *Media dan Sumber Belajar*. Deepublish.
- Setyono Bagus Dwi Hari. (2024). Manfaat Bioteknologi Konvensional. Dalam Parwito & Sari Silvia Permata (Ed.), *Bioteknologi Konvensional Dan Modern* (hlm. 19–27). CV. Mega Press Nusantara.
- Slamet F. A. (2022). *Model Penelitian Pengembangan (RnD)* (R. Risdiantoro, Ed.). Institut Agama Islam Sunan Kalijogo Malang.
- Sofyan M. Soleh, & Noprinda Chintia Tri. (2015). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Higher Order Thinking Skill (HOTS). *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 2(2).
- 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.

- Sudjimat Dwi Agus, Nyoto Amat, & Romlie Maftuchin. (2020). *Interdisciplinary Project-Based Learning* (Tim MNC Publishing, Ed.). Media Nusa Creative.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan RND*. Penerbit Alfabeta.
- Suprijono A. (2016). *Cooperative learning: Teori dan aplikasi PAIKEM*. Pustaka Pelajar.
- Suryaningsih S., & Nurlita R. (2021). Pentingnya Lembar kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) Inovatif dalam Proses Pembelajaran Abad 21. *Jurnal Pendidikan Indonesia (Japendi)*, 2(7).
- Suryanti E., Fitriani A., Redjeki S., & Riandi R. (2019). Identifikasi Kesulitan Mahasiswa Dalam Pembelajaran Biologi Molekuler Berstrategi Modified Free Inquiry. *Perspektif Pendidikan Dan Keguruan*, 10(2), 37–47.
- Susanti Diana, Fitriani Vivi, Untari Rahayu Trisetyowati, Suprianto Bambang, & Riandi. (2025). *Media Pembelajaran Biologi*. GuruPrajab.
- Sweller J., Ayres P., & Kalyuga S. (2011). *Cognitive Load Theory*. Springer.
- Syafruddin I. S., Khaerunnisa E., & Rafianti I. (2022). Pengembangan E-LKPD untuk Mendukung Kemampuan Literasi Matematis pada Materi Aritmatika Sosial. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(3), 3214–3227.
- Thomas J. W. (2000). *A review of research on Project-Based Learning*.
- Thomas J. W., Mergendolle J. R., & Michaelson A. (1999). *Project-Based Learning: A Handbook for Middle and High School Teachers*. The Buck Institute for Education.

- Triana Neni. (2021). *LKPD Berbasis Eksperimen: Tingkatan Hasil Belajar* (Guepedia/At, Ed.).
- Umbaryati U. (2016). Pentingnya LKPD Pada Pendekatan Sientific Pembelajaran Matematika. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 217–225.
- Uno H. B., & Mohammad N. (2024). *Belajar dengan Pendekatan PAIKEM*. Bumi Aksara.
- Utama O. D. (2025). *Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Berbasis Potensi Lokal Pada Materi Bioteknologi Konvensional Melalui Pemanfaatan Limbah Cair*. Repository IAIN Kerinci.
- Widana I. W. (2017). Modul Penyusunan Soal Higher Order Thinking Skill (HOTS). *Direktorat Pembinaan SMA Kemendikbud*.
- Widodo C. S., & Jasmadi. (2008). *Panduan Menyusun Bahan Ajar Berbasis Kompetensi*. Elex Media Komputindo.
- Widya N. (2023). Sumber dan Teknik Pengumpulan Data. Dalam *Buku Ajar Metode Penelitian* (hlm. 151–163). Science Techno Direct.
- Wulandari D., & Nugraheni A. S. (2020). Pengembangan LKPD Berbasis Desain Menarik untuk Meningkatkan Minat Belajar Siswa. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 6(2), 210–219.
- Wulandari S. (2026). Implementasi Project Based Learning pada Pembuatan Produk Fermentasi Tradisional untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa. *Jurnal Pembelajaran Biologi Terapan*, 13(1), 88–102.
- Yusup I. R. (2018). Kesulitan Guru Pada Pembelajaran Biologi Tingkat Madrasah/Sekolah Di Provinsi Jawa Barat (Studi Kasus wilayah

Priangan Timur). *Jurnal BIOEDUIN: Program Studi Pendidikan Biologi*, 8(2), 34–42.

Zhang Z. (2013). *Application of Project-Based Learning in Teaching of the Curriculum of Combining Study with Work of Higher Vocational Education. Proceedings of the International Conference on Education Technology and Information Systems (ICETIS 2013)*. Atlantis Press.

Zhou C., Holgaard J., & Kolmos A. (2010). *Creativity Development for Engineering Students: Cases of Problem and Project-Based Learning. Proceedings of the Joint International IGIP-SEFI Annual Conference 2010, Trnava, Slovakia. Aalborg University, Denmark.*