

**PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK
(LKPD) BERORIENTASI *AUGMENTED REALITY* (AR) DAN
PROBLEM BASED LEARNING (PBL) PADA MATERI SISTEM
EKSKRESI MANUSIA UNTUK PESERTA DIDIK KELAS XI
DI SMA N 3 BANTUL**

SKRIPSI

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



Disusun oleh:

Sintiya Dewi Nuraini

22104070021

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

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

2026

LEMBAR 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-1322/Un.02/DT/PP.00.9/05/2026

Tugas Akhir dengan judul : PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) BERORIENTASI *AUGMENTED REALITY* (AR) DAN *PROBLEM BASED LEARNING* (PBL) PADA MATERI SISTEM EKSKRESI MANUSIA UNTUK PESERTA DIDIK KELAS XI DI SMA N 3 BANTUL

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : SINTIYA DEWI NURAINI
Nomor Induk Mahasiswa : 22104070021
Telah diujikan pada : Jumat, 08 Mei 2026
Nilai ujian Tugas Akhir : A

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

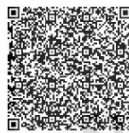
TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

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

Valid ID: 6a0439c73e517



Penguji I

Runtut Prih Utami, S.Pd., M.Pd.
SIGNED

Valid ID: 6a0442413325a



Penguji II

Erna Wulandari, M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 6a028d31a5301



Yogyakarta, 08 Mei 2026
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

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

Valid ID: 6a0a83e469a66

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

FM-UINSK-BM-05-03/R0

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI / TUGAS AKHIR

Hal : Surat Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir
Lamp : -

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

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

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

Nama : Sintiya Dewi Nuraini
NIM : 22104070021
Judul Skripsi : Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berorientasi *Augmented Reality* (AR) dan *Problem Based Learning* (PBL) pada Materi Sistem Ekskresi Manusia untuk Peserta Didik Kelas XI di SMA N 3 Bantul

Sudah dapat diajukan kepada Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu Pendidikan.

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

Yogyakarta, 08 Mei 2026
Dosen Pembimbing

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



Dian Noviar, S.Pd., M.Pd.Si
NIP. 19841117200912 2 002

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sintiya Dewi Nuraini
NIM : 22104070021
Program Studi : Pendidikan Biologi
Fakultas : Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

Menyatakan dengan sesungguhnya, bahwa skripsi saya yang berjudul **“Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berorientasi *Augmented Reality* (AR) dan *Problem Based Learning* (PBL) pada Materi Sistem Ekskresi Manusia untuk Peserta Didik Kelas XI di SMA N 3 Bantul”** 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.

Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar, maka sepenuhnya menjadi tanggungjawab penyusun.

Yogyakarta, 08 Mei 2026

Yang menyatakan,



Sintiya Dewi Nuraini
NIM. 22104070021

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

MOTTO

Allah tidak menjanjikan bahwa hidup akan selalu berjalan dengan mudah, namun dua kali Allah berjanji bahwa:

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٥﴾ إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٦﴾

“Maka, sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan.”

(Q.S. Al-Insyirah 94: 5-6)

“God have perfect timing, never early, never late. It takes a little patience and it takes a lot of faith, but it's a worth the wait”

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

Diri Penulis

Sintiya Dewi Nuraini

Kedua orang tua tersayang

Bapak Suradi dan Alm. Ibu Sri Sulastri

Kakak tersayang

Danis Agung Nugroho dan Aprilia Dwi Fitriyani

Teman-teman seperjuangan Almamater

Program Studi Pendidikan Biologi

Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta

Dan semua orang yang penulis sayangi

KATA PENGANTAR



Puji syukur kehadiran Allah SWT atas karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir Skripsi yang berjudul “Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berorientasi *Augmented Reality* (AR) dan *Problem Based Learning* (PBL) pada Materi Sistem Ekskresi Manusia untuk Peserta didik Kelas XI di SMA N 3 Bantul” ini tepat pada waktunya. Penyusunan skripsi ini tentunya telah disusun dengan baik berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Sigit Purnama, S.Pd.I., 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 UIN Sunan kalijaga Yogyakarta;
3. Ibu Dian Noviar, S.Pd., M.Pd.Si. selaku DPA dan DPS, yang selalu memberikan bimbingan, arahan, masukan, dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini;
4. Ibu Dr. Sulistiyawati, S.Pd.I., M.Si. dan Ibu Mike Dewi Kurniasih, M.Pd. yang telah bersedia untuk menjadi validator dalam penelitian kualitas produk skripsi ini;
5. Ibu Siti Nurjanah, S.Pd. selaku guru biologi SMA N 3 Bantul yang telah membantu dalam penelitian yang dilakukan oleh penulis;
6. Diri sendiri, terima kasih telah bertahan, berjuang, dan tidak menyerah meskipun melalui berbagai proses yang tidak selalu mudah. Terima kasih

sudah terus melangkah, tetap percaya, dan berusaha melakukan yang terbaik hingga akhirnya mampu menyelesaikan apa yang telah dimulai.

7. Keluarga tercinta terutama Bapak Suradi dan Alm. Ibu Sri Surlastri, kakak dan kakak ipar penulis Danis Agung Nugroho dan Tya Ramadhiny, serta Aprilia Dwi Fitriyani dan Lucky Nur Permadi, yang selalu memberikan kasih sayang, doa, dukungan kepada penulis yang tiada akhirnya;
8. Amel, Tiwi, Resmiyati, Talitha, Rina, Wulan, dan Lulu yang telah kebersamai dan selalu mendukung penulis dalam menyelesaikan skripsi ini;
9. Teman-teman KKN 117 Kelompok 28 yang telah memberikan warna, cerita, dan pengalaman berharga selama kebersamaan yang singkat namun penuh makna, sehingga menjadi kenangan yang tidak terlupakan bagi penulis.

Penyusunan skripsi ini tentu belum sempurna, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk penyusunan yang lebih baik. Peneliti berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi bagi pembaca serta perkembangan ilmu pengetahuan.

Yogyakarta, 27 April 2026

Penulis

**PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD)
BERORIENTASI *AUGMENTED REALITY* (AR) DAN *PROBLEM BASED
LEARNING* (PBL) PADA MATERI SISTEM EKSKRESI MANUSIA
UNTUK PESERTA DIDIK KELAS XI DI SMA N 3 BANTUL**

Sintiya Dewi Nuraini
22104070021

ABSTRAK

Pembelajaran pada abad-21 berkembang dengan mengintegrasikan teknologi dengan model pembelajaran, salah satunya dengan adanya *Augmented Reality* (AR) dan *Problem Based Learning* (PBL). Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan LKPD berorientasi AR dan PBL pada materi sistem ekskresi manusia, mengetahui kualitas LKPD berorientasi AR dan PBL pada materi sistem ekskresi manusia, serta mengetahui respon peserta didik terhadap bahan ajar yang dikembangkan. Jenis penelitian ini adalah penelitian R&D dengan menggunakan model pengembangan 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*) namun dibatasi hanya sampai tahap *Develop*. LKPD dinilai dengan menggunakan instrumen berupa lembar angket yang ditunjukkan kepada 1 ahli materi, 1 ahli media, 5 *peer reviewer*, 1 guru biologi, dan 15 peserta didik. Hasil penelitian berupa produk LKPD berorientasi AR dan PBL pada materi sistem ekskresi manusia, kualitas LKPD yang dikembangkan termasuk kategori Sangat Baik (SB) dengan persentase 94,18%, respon peserta didik terhadap LKPD diterima Sangat Baik (SB) dengan persentase 90,33%. Maka dengan demikian dapat disimpulkan LKPD biologi yang dikembangkan memiliki kualitas Sangat Baik sehingga dapat digunakan untuk guru dan peserta didik dalam proses pembelajaran.

Kata Kunci: LKPD, *Augmented Reality*, *Problem Based Learning*, dan Sistem Ekskresi Manusia

**DEVELOPMENT OF STUDENT WORKSHEETS ORIENTED ON
AUGMENTED REALITY (AR) AND PROBLEM BASED LEARNING (PBL)
ON THE MATERIAL OF THE HUMAN EXCRETORY SYSTEM FOR
GRADE XI STUDENTS AT SMA N 3 BANTUL**

Sintiya Dewi Nuraini
22104070021

ABSTRACT

Learning in the 21st century is developing by integrating technology with learning models, one of which is with Augmented Reality (AR) and Problem Based Learning (PBL). This study aims to develop AR and PBL-oriented LKPD on the human excretory system material, determine the quality of AR and PBL-oriented LKPD on the human excretory system material, and determine students' responses to the developed teaching materials. This type of research is R&D research using the 4D development model (Define, Design, Develop, Disseminate) but is limited only to the Develop stage. LKPD is assessed using an instrument in the form of a questionnaire sheet addressed to 1 material expert, 1 media expert, 5 peer reviewers, 1 biology teacher, and 15 students. The results of the study are AR and PBL-oriented LKPD products on the human excretory system material, the quality of the developed LKPD is included in the Very Good (SB) category with a percentage of 94.18%, students' responses to the LKPD are accepted as Very Good (SB) with a percentage of 90.33%. Thus, it can be concluded that the biology LKPD developed has Very Good quality so that it can be used by teachers and students in the learning process.

Keywords: LKPD, *Augmented Reality, Problem Based Learning, Human Excretory System.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
MOTTO.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	8
C. Batasan Masalah	8
D. Rumusan Masalah.....	10
E. Tujuan Penelitian	11
F. Spesifikasi Produk yang dikembangkan.....	11
G. Manfaat Penelitian	12
H. Asumsi Pengembangan.....	14
I. Definisi Istilah	14
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	17
A. Kajian Pustaka	17
1. Hakikat Pembelajaran Biologi	17

2.	Bahan Ajar.....	19
3.	Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD).....	28
4.	Augmented Reality (AR)	35
5.	Problem Based Learning (PBL).....	38
6.	Sistem Ekskresi	39
B.	Penelitian yang Relevan	60
C.	Kerangka Berpikir	63
BAB III METODE PENELITIAN.....		66
A.	Lokasi dan Waktu Penelitian	66
B.	Model Pengembangan	66
C.	Prosedur Pengembangan.....	67
1.	Tahap Pendefinisian (<i>define</i>).....	67
2.	Tahap Perancangan (<i>design</i>)	69
3.	Tahap Pengembangan (<i>development</i>).....	70
D.	Penilaian Produk.....	71
1.	Desain Penilaian Produk	71
2.	Subjek Uji Coba.....	71
3.	Jenis Data	71
4.	Teknik Pengumpulan Data	72
5.	Instrumen Pengumpulan Data	73
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		79
A.	Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berorientasi <i>Augmented Reality (AR)</i> dan <i>Problem Based Learning (PBL)</i> pada Materi Sistem Ekskresi Manusia untuk Peserta Didik Kelas XI di SMA N 3 Bantul	79

B. Kualitas Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berorientasi <i>Augmented Reality</i> (AR) dan <i>Problem Based Learning</i> (PBL) pada Materi Sistem Ekskresi Manusia untuk Peserta Didik Kelas XI di SMA N 3 Bantul	103
C. Respon Peserta Didik Terhadap Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berorientasi <i>Augmented Reality</i> (AR) dan <i>Problem Based Learning</i> (PBL) pada Materi Sistem Ekskresi Manusia untuk Peserta Didik Kelas XI di SMA N 3 Bantul.....	111
BAB V PENUTUP.....	114
A. Kesimpulan.....	114
B. Saran	115
DAFTAR PUSTAKA.....	116
LAMPIRAN.....	125



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur Makroskopis Ginjal.....	42
Gambar 2. Struktur Mikroskopis Ginjal	42
Gambar 3. Lapisan dan apendiks kulit.....	51
Gambar 4. Struktur Hati.....	55
Gambar 5. Anatomi organ paru-paru	59
Gambar 6. Bagan desain penelitian pengembangan LKPD biologi.....	71
Gambar 7. Tampilan cover depan dan cover belakang	88
Gambar 8. Tampilan identitas LKPD.....	89
Gambar 9. Tampilan halaman kata pengantar dan anatomi LKPD.....	90
Gambar 10. Tampilan halaman tinjauan kompetensi.....	90
Gambar 11. Tampilan pada daftar isi LKPD.....	91
Gambar 12. Tampilan awal kegiatan belajar pada	92
Gambar 13. Tampilan materi pokok pada LKPD berorientasi AR dan PBL	93
Gambar 14. Tampilan halaman fakta menarik pada.....	94
Gambar 15. Tampilan halaman soal PBL pada	94
Gambar 16. Tampilan halaman tugas proyek dan mari berlatih	95
Gambar 17. Tampilan rangkuman materi	96
Gambar 18. Tampilan halaman asesmen sumatif	96
Gambar 19. Tampilan glosarium dan daftar pustaka	97
Gambar 20. Tampilan profil penulis	98
Gambar 21. Tahap revisi ahli materi	100
Gambar 22. Tahap revisi ahli media	101

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kisi-kisi penilaian	74
Tabel 2. Skala penilaian likert untuk reviewer.....	76
Tabel 3. Skala penilaian likert untuk respon peserta didik.....	76
Tabel 4. Kategori penilaian ideal	77
Tabel 5. Kategori penilaian kualitas produk	78
Tabel 6. Masukan dan Saran dari Dosen Pembimbing	87
Tabel 7. Masukan dan Saran dari Ahli Materi.....	99
Tabel 8. Masukan dan Saran dari Ahli Media	100
Tabel 9. Masukan dan Saran dari Peer Reviewer.....	102
Tabel 10. Penilaian Kualitas Produk oleh Ahli Materi.....	104
Tabel 11. Penilaian Kualitas Produk oleh Ahli Media	105
Tabel 12. Penilaian Kualitas Produk oleh Peer Reviewer.....	107
Tabel 13. Penilaian Kualitas Produk oleh Guru Biologi.....	109
Tabel 14. Penilaian Kualitas Produk oleh Peserta Didik.....	112

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kisi-kisi instrumen penilaian produk oleh ahli materi	125
Lampiran 2. Instrumen penilaian produk oleh ahli materi	125
Lampiran 3. Rubrik penilaian produk oleh ahli materi	127
Lampiran 4. Hasil penilaian produk oleh ahli materi	131
Lampiran 5. Kisi-kisi instrumen penilaian produk oleh ahli media	131
Lampiran 6. Instrumen penilaian produk oleh ahli media	132
Lampiran 7. Rubrik penilaian produk oleh ahli media	134
Lampiran 8. Hasil penilaian produk oleh ahli media	137
Lampiran 9. Kisi-kisi instrumen penilaian produk oleh peer reviewer	137
Lampiran 10. Instrumen penilaian produk oleh peer reviewer	138
Lampiran 11. Rubrik instrumen penilaian produk oleh peer reviewer	140
Lampiran 12. Hasil penilaian produk oleh peer reviewer	145
Lampiran 13. Kisi-kisi penilaian produk oleh guru biologi	145
Lampiran 14. Instrumen penilaian produk oleh guru biologi	146
Lampiran 15. Rubrik penilaian produk oleh guru biologi	148
Lampiran 16. Hasil penilaian produk oleh guru biologi	154
Lampiran 17. Kisi-kisi instrumen respon peserta didik terhadap produk	154
Lampiran 18. Instrumen respon peserta didik terhadap produk	155
Lampiran 19. Rubrik respon peserta didik terhadap produk	157
Lampiran 20. Hasil respon peserta didik terhadap produk	164
Lampiran 21. Tabulasi perhitungan kualitas produk	164
Lampiran 22. Surat izin permohonan penelitian tugas akhir	190

Lampiran 23. Dokumentasi pengambilan data respon peserta didik 191

Lampiran 24. Biodata Peneliti 192



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pada era perkembangan teknologi dan arus globalisasi yang semakin cepat, pembelajaran biologi telah mengalami transformasi besar (Dewi *et al.*, 2023). Menurut Simanjuntak (2019), pada abad ke-21 pembelajaran telah bergeser dari hafalan fakta semata menjadi pengembangan keterampilan esensial seperti *critical thinking*, *creativity*, *collaboration*, dan *communication* yang dikenal sebagai keterampilan 4C. Keterampilan tersebut menuntut peserta didik untuk mampu mengaitkan konsep biologi dengan fenomena nyata, mengolah informasi secara mandiri, serta mengomunikasikan hasil analisis untuk menghasilkan solusi inovatif (Wijarini & Ilma, 2025). Penguasaan keterampilan 4C menjadi faktor penting bagi peserta didik dalam menghadapi dinamika dan tantangan global secara adaptif, kreatif, dan inovatif.

Secara ideal, pembelajaran biologi menekankan interaksi antara peserta didik, objek, dan permasalahan biologi melalui kegiatan pengamatan atau percobaan. Peserta didik diarahkan untuk menggali fenomena, menemukan konsep, atau memecahkan masalah berdasarkan pengalaman empiris. Jika objek riil sulit dijangkau, media spesimen, preparat, foto, atau video dapat digunakan sebagai pengalaman tidak langsung (Sumiyati *et al.*, 2021). Prinsip utama pembelajaran biologi adalah

memberikan pengalaman langsung agar peserta didik tidak hanya mengetahui konsep, tetapi juga mampu menjelaskan proses biologis berdasarkan observasi dan data (Suryaningsih, 2017). Bagi peserta didik tingkat SMA, keberadaan objek riil atau media realia tetap penting untuk membantu memahami konsep secara konkret, sehingga peserta didik tidak hanya terpaku pada hafalan, tapi juga mampu mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi (Sumiyati *et al.*, 2021).

Pembelajaran biologi membutuhkan kehadiran teknologi digital yang menjadi sarana utama untuk menghadirkan media realia ketika objek riil sulit diakses, sehingga kebutuhan peserta didik terhadap pengalaman belajar yang konkret tetap dapat terpenuhi (Alenezi, 2023). Teknologi ini tidak hanya memudahkan akses informasi, tetapi juga membuka peluang untuk meningkatkan kualitas pembelajaran melalui pengalaman interaktif dan personal, seperti akses materi kapan saja, kolaborasi virtual dan umpan balik instan melalui simulasi digital (Subhan *et al.*, 2025). Teknologi digital dalam pembelajaran biologi juga berperan dalam mengatasi kesulitan memvisualisasikan konsep abstrak, meningkatkan motivasi belajar, dan memperkaya sumber belajar (Zebua, 2025).

Salah satu bentuk inovasi teknologi yang mampu menjawab kebutuhan visualisasi konsep yang abstrak dalam biologi adalah *Augmented Reality* (AR). Teknologi ini memadukan elemen virtual dengan dunia nyata melalui perangkat seperti ponsel atau tablet, sehingga memungkinkan peserta didik berinteraksi dengan model digital 3D yang ditampilkan seolah-

olah muncul langsung di lingkungan fisik pengguna (Anggiani *et al.*, 2025). Model 3D melalui AR memungkinkan peserta didik melihat objek dari berbagai sudut, memperbesar objek, serta menganalisis objek. Penggunaan AR dalam pembelajaran juga dapat meningkatkan pemahaman konseptual, memperkuat daya ingat, serta mendorong partisipasi aktif melalui eksplorasi visual yang mendalam dan mandiri (Anggiani *et al.*, 2025). AR memberi pengalaman belajar yang menarik dan menyenangkan karena peserta didik merasa seolah memegang objek biologi secara langsung.

Walaupun konsep pembelajaran abad ke-21 telah menekankan pentingnya keaktifan dan pemanfaatan teknologi, realitas di lapangan masih belum sejalan dengan harapan tersebut. Agustini (2019), menemukan bahwa pelaksanaan pembelajaran biologi di sekolah masih didominasi metode ceramah, sehingga guru jauh lebih aktif dibanding peserta didik. Kondisi ini menghambat terjadinya pembelajaran bermakna. Pemanfaatan teknologi di sekolah juga masih terbatas, salah satunya disebabkan oleh faktor usia guru yang membuat proses adaptasi terhadap teknologi tidak selalu berjalan lancar. Guru yang kurang familiar dengan teknologi cenderung memilih metode konvensional dibanding media digital interaktif, akibatnya peran teknologi dalam mendukung pembelajaran belum mencapai potensi yang diharapkan (Gaol & Simanjuntak, 2023). Pembelajaran berbasis teknologi sebenarnya dapat membantu guru menyampaikan materi yang sulit dan dapat menarik perhatian peserta didik secara efektif.

Fenomena serupa tercermin pada pembelajaran biologi di SMA Negeri 3 Bantul berdasarkan wawancara yang telah dilakukan pada semester genap tahun ajaran 2024/2025. Pembelajaran biologi di sekolah tersebut masih didominasi dengan metode ceramah, dengan sumber ajar terbatas pada buku paket dan media PowerPoint, meskipun telah menerapkan Kurikulum Merdeka. Bahan ajar pendukung seperti LKPD cetak tidak tersedia. Sebelumnya, SMA N 3 Bantul memanfaatkan aplikasi “Afresto” untuk penugasan, namun dihentikan pada awal 2025 karena biaya berlangganan yang tinggi, sehingga guru beralih ke *Google Form*. Peralihan ini membuat proses pembelajaran berbasis digital kurang optimal karena *Google Form* hanya berfungsi sebagai media evaluasi.

Beberapa peserta didik kelas XI di SMA N 3 Bantul menyampaikan bahwa pemahaman terhadap materi biologi dengan visualisasi abstrak seperti sistem ekskresi manusia mengalami kesulitan, terutama pada struktur organ sistem ekskresi dan gangguan pada sistem ekskresi. Kondisi ini tercermin pada hasil asesmen sumatif, dimana sebanyak 58,33% peserta didik kelas XI 2 memperoleh nilai dibawah KKM yaitu 75, dengan rata-rata nilai kelas hanya mencapai 69,8. Temuan ini diperkuat oleh Prastiwi *et al.* (2020), yang menyatakan sistem ekskresi termasuk materi yang sulit karena organ seperti, ginjal, hati, paru – paru, dan kulit, melibatkan proses biologis yang tidak dapat diamati secara langsung. Mariani (2019), menambahkan bahwa materi ini menuntut kemampuan pemikiran abstrak tinggi terutama pada pembentukan urine dan gangguan kesehatan terkait.

Berdasarkan permasalahan di atas, peneliti berinovasi untuk mengembangkan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berorientasi *Augmented Reality* (AR) dan *Problem Based Learning* (PBL) pada materi sistem ekskresi manusia. Keberadaan bahan ajar dalam proses pembelajaran menjadi salah satu unsur penting yang memengaruhi peningkatan kualitas pembelajaran sehingga tujuan pembelajaran dapat tercapai (Warningsih *et al.*, 2019). Pengembangan bahan ajar yang menarik, mudah dipahami, dan relevan dengan kebutuhan peserta didik diharapkan mampu meningkatkan minat dan pemahaman peserta didik.

Pemilihan LKPD didasarkan pada karakteristiknya yang unggul dalam memfasilitasi kemandirian belajar peserta didik, sebuah kelebihan signifikan dibandingkan bahan ajar konvensional seperti buku teks. Buku teks cenderung pasif dan deskriptif, sementara LKPD menawarkan kelebihan berupa penyajian materi yang terstruktur dalam bentuk aktivitas terpandu. LKPD berfungsi sebagai *scaffolding* (kerangka bantu) yang membimbing peserta didik menemukan konsep secara bertahap dan sistematis (Suryaningrum & Fiana, 2024). Melalui desain tersebut, materi disajikan dalam langkah-langkah kerja yang runtut sehingga peserta didik didorong untuk aktif membangun pemahamannya sendiri. Pendekatan ini juga memperkuat keterlibatan selama belajar dan memberi ruang bagi peserta didik untuk mempelajari materi sesuai dengan ritme belajarnya (Prastowo, 2015).

AR dan PBL yang diintegrasikan dalam LKPD dipilih karena keduanya menawarkan solusi atas visualisasi materi sistem ekskresi yang abstrak dan kompleks. Teknologi *Augmented Reality* (AR) mengatasi keterbatasan visualisasi dengan menampilkan struktur organ 3D yang interaktif, sehingga mengurangi beban kognitif peserta didik dalam membayangkan anatomi (Akçayır & Akçayır, 2017). Sementara itu, model PBL dipilih karena mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik yang cenderung pasif ketika pembelajaran berlangsung. PBL memiliki karakteristik pembelajaran berbasis masalah yang mendorong ...peserta didik aktif melakukan penyelidikan, diskusi, analisis, dan penyusunan solusi sehingga dapat memfasilitasi tahapan dalam sintaks PBL secara terarah. Karakteristik tersebut relevan diterapkan pada materi sistem ekskresi karena peserta didik dapat mengkaji hubungan antara fungsi organ ekskresi, gangguan yang terjadi, penyebab, serta upaya menjaga kesehatan organ ekskresi organ ekskresi melalui permasalahan kontekstual. Dengan demikian, pembelajaran tidak hanya menekankan hafalan konsep, tetapi juga pemahaman konsep secara lebih bermakna (Farisi & Hamid, 2017). Komponen atau tahapan PBL ini dimunculkan dalam LKPD agar meningkatkan kualitas pembelajaran.

LKPD yang dikembangkan diharapkan mampu mendukung proses pembelajaran biologi menjadi bahan ajar mandiri bagi peserta didik, serta menumbuhkan karakter dan keterampilan peserta didik dalam menghadapi tantangan abad ke-21. Sejalan dengan tujuan tersebut, hasil penelitian

sebelumnya menunjukkan potensi pengembangan LKPD berbasis teknologi dan model pembelajaran inovatif. Penelitian yang dilakukan oleh Wahyuni (2024), dengan fokus penelitian mengembangkan LKPD berbasis *Augmented Reality* (AR) pada materi virus untuk meningkatkan pemahaman konsep dan motivasi belajar peserta didik. Sementara itu, penelitian oleh Hasibuan *et al.* (2023) fokus penelitiannya mengembangkan LKPD berbasis *Problem Based Learning* (PBL) pada materi sistem ekskresi yang bertujuan meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMA. Berdasarkan temuan tersebut, tampak adanya ruang untuk mengembangkan LKPD yang lebih inovatif dengan menggabungkan AR dan PBL, terutama pada materi sistem ekskresi seperti yang dibutuhkan oleh SMA N 3 Bantul. Penggabungan ini diharapkan memberikan pendekatan yang lebih menyeluruh bagi peserta didik untuk memahami konsep secara visual dan kontekstual sekaligus melatih keterampilan berpikir kritis melalui pemecahan masalah nyata.

Keterbatasan visualisasi yang konkret dalam menyampaikan materi biologi dan minimnya bahan ajar menunjukkan perlunya pendekatan yang mampu memperjelas konsep. Berdasarkan permasalahan diatas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berorientasi *Augmented Reality* (AR) dan *Problem Based Learning* (PBL) pada Materi Sistem Ekskresi Manusia untuk Peserta Didik Kelas XI di SMA N 3 Bantul”.

B. Identifikasi Masalah

1. Peserta didik mengalami kesulitan memahami materi sistem ekskresi karena kurangnya visualisasi terkait organ-organnya.
2. Sebanyak 58,33% peserta didik kelas XI 2 mendapatkan nilai di bawah KKM pada materi sistem ekskresi.
3. Pembelajaran Biologi di kelas masih didominasi ceramah sehingga aktivitas belajar peserta didik kurang berkembang.
4. Teknologi digital yang tersedia belum dimanfaatkan secara optimal untuk membantu visualisasi konsep yang abstrak.
5. Buku paket yang tersedia di sekolah memuat materi yang lengkap namun peserta didik mudah bosan karena berisi tulisan yang terlalu banyak.
6. Aplikasi “Afresto” yang awalnya digunakan untuk penugasan, diberhentikan awal tahun 2025 sehingga pemberian penugasan kurang efektif.

C. Batasan Masalah

Untuk menghindari meluasnya permasalahan yang dikaji dalam penelitian ini, maka dibuat batasan masalah sebagai berikut:

1. Subjek penelitian:
 - a. Penilaian LKPD oleh 1 orang ahli materi, 1 ahli media, 5 orang *peer reviewer*, dan 1 orang guru biologi.
 - b. Respon 15 peserta didik kelas XI SMA N 3 Bantul Tahun Ajaran 2025/2026.

2. Objek penelitian:

- a. Materi biologi yang dikembangkan dalam penelitian pengembangan ini adalah materi pokok sistem ekskresi manusia.
- b. Produk bahan ajar yang dikembangkan adalah LKPD berorientasi AR dan PBL yang mengacu pada kurikulum merdeka.
- c. Bahan ajar disesuaikan CP dan TP

Capaian Pembelajaran:

Pada akhir Fase F, murid memiliki kemampuan mengaitkan hubungan antara struktur dan fungsi organel di dalam sel; menerapkan prinsip-prinsip bioproses yang terjadi di dalam sel; menganalisis keterkaitan antar sistem organ dalam tubuh untuk merespons stimulus internal dan eksternal; menerapkan prinsip pewarisan sifat; mengaitkan mekanisme evolusi dengan proses terjadi keanekaragaman dan kelangsungan hidup organisme; menerapkan prinsip pertumbuhan dan perkembangan; serta menganalisis proses bioteknologi modern.

Tujuan Pembelajaran:

- 11.6.1. Peserta didik dapat mengidentifikasi struktur dan fungsi organ ekskresi manusia (C1).
- 11.6.2. Peserta didik dapat menjelaskan mekanisme pembentukan urine pada manusia (C2).
- 11.6.3. Peserta didik dapat menganalisis faktor yang mempengaruhi produksi urine (C4).

11.6.4. Peserta didik dapat menyimpulkan dan memberikan solusi terhadap gangguan pada sistem ekskresi (C5).

11.6.5. Peserta didik dapat merancang media edukatif terkait teknologi yang berhubungan dengan sistem ekskresi (C6).

- d. LKPD yang dikembangkan dibatasi pada aspek pengetahuan, diantaranya C1 (mengingat), C2 (memahami), C3 (mengaplikasikan), C4 (menganalisis), C5 (mengevaluasi), dan C6 (mencipta).
- e. Pengembangan LKPD menggunakan model 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*) yang dibatasi sampai 3D yaitu tahap pendefinisian (*Define*), perancangan (*Desain*), dan Pengembangan (*Develop*).

D. Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini, peneliti mengidentifikasi dan merumuskan permasalahan yang muncul berdasarkan situasi yang telah diuraikan pada bagian latar belakang sebagai berikut:

1. Bagaimanakah pengembangan LKPD Biologi berorientasi *Augmented Reality* (AR) dan *Problem Based Learning* (PBL) pada materi sistem ekskresi bagi peserta didik kelas XI di SMA Negeri 3 Bantul?
2. Bagaimanakah kualitas LKPD berorientasi *Augmented Reality* (AR) dan *Problem Based Learning* (PBL) pada materi sistem ekskresi bagi peserta didik kelas XI di SMA Negeri 3 Bantul?

3. Bagaimanakah respon peserta didik terhadap pengembangan LKPD berorientasi *Augmented Reality* (AR) dan *Problem Based Learning* (PBL) pada materi sistem ekskresi bagi peserta didik kelas XI di SMA Negeri 3 Bantul?

E. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengembangkan LKPD Biologi berorientasi *Augmented Reality* (AR) dan *Problem Based Learning* (PBL) pada materi sistem ekskresi bagi peserta didik kelas XI di SMA Negeri 3 Bantul.
2. Untuk mengetahui kualitas LKPD berorientasi *Augmented Reality* (AR) dan *Problem Based Learning* (PBL) pada materi sistem ekskresi bagi peserta didik kelas XI di SMA Negeri 3 Bantul.
3. Untuk mengetahui respon peserta didik terhadap pengembangan LKPD berorientasi *Augmented Reality* (AR) dan *Problem Based Learning* (PBL) pada materi sistem ekskresi bagi peserta didik kelas XI di SMA Negeri 3 Bantul.

F. Spesifikasi Produk yang dikembangkan

Produk yang dikembangkan dari hasil pengembangan ini berupa LKPD dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. LKPD yang dikembangkan menyajikan materi pokok sistem ekskresi manusia untuk peserta didik SMA N 3 Bantul kelas XI semester Genap.
2. Produk LKPD yang dikembangkan didesain dengan aplikasi canva dengan ukuran B5.

3. LKPD yang dikembangkan berupa media cetak yang terdiri dari halaman sampul, kata pengantar, anatomi LKPD, CP, TP, KKTP, daftar isi, isi LKPD: ringkasan materi, soal pemahaman materi, evaluasi, daftar pustaka, dan glosarium.
4. Materi sistem ekskresi manusia di dalam LKPD dilengkapi dengan *Augmented Reality* dan *Problem Based Learning* untuk memberikan daya tarik sekaligus memperjelas visualisasi materi yang disampaikan kepada peserta didik serta melatih kemampuan berpikir kritis peserta didik.
5. LKPD yang dikembangkan dilengkapi dengan gambar organ sistem ekskresi manusia yang asli sehingga peserta didik tidak hanya mengenal representasi animasi, tetapi juga memahami bentuk dan kondisi organ yang sebenarnya.
6. Terdapat penugasan di setiap sub materi pokok, serta teka-teki silang pada akhir materi.
7. LKPD biologi ini dilengkapi ringkasan materi sistem ekskresi manusia pada akhir pembelajaran.
8. Terdapat Asesmen sumatif berupa pilihan ganda dan uraian pada akhir bab sistem ekskresi.

G. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis
 - a. Memberikan kontribusi pada penguatan teori pembelajaran biologi mengenai pemanfaatan *Augmented Reality* (AR) untuk

memvisualisasikan organ dan proses pada sistem ekskresi, yang selama ini bersifat abstrak dan sulit diamati secara langsung.

- b. Memperkaya kajian teoritis tentang efektivitas integrasi *Problem Based Learning* (PBL) dalam membantu peserta didik menganalisis permasalahan nyata terkait fungsi dan gangguan organ ekskresi, serta meningkatkan kemampuan berpikir kritis.
- c. Menjadi referensi dan dasar bagi penelitian lanjutan yang berfokus pada integrasi teknologi digital dan model pembelajaran berbasis masalah dalam bidang biologi.

2. Manfaat Praktis

- a. Bagi Peserta Didik: Meningkatkan semangat belajar dan pemahaman peserta didik terhadap materi sistem ekskresi.
- b. Bagi Guru: Sebagai alternatif bahan ajar yang dapat digunakan dalam proses pembelajaran biologi materi sistem ekskresi sehingga membantu proses belajar peserta didik.
- c. Bagi Sekolah: Sebagai tambahan koleksi bahan ajar pada materi pokok sistem ekskresi sehingga dapat meningkatkan kualitas hasil belajar peserta didik.
- d. Bagi Peneliti: Untuk menambah pengetahuan dan wawasan tentang pengembangan LKPD interaktif, serta dapat meningkatkan analisis bahan ajar yang kreatif dan inovatif.

H. Asumsi Pengembangan

1. LKPD yang dikembangkan dapat digunakan dalam pembelajaran biologi khususnya pada materi sistem ekskresi manusia.
2. Bahan ajar yang dikembangkan dapat membantu peserta didik dalam meningkatkan pemahamannya mengenai materi sistem ekskresi manusia kelas XI.
3. Produk yang dikembangkan dilengkapi *Augmented Reality* (AR) dapat membantu peserta didik memvisualisasikan organ sistem ekskresi yang tidak dapat diamati secara langsung.
4. LKPD yang dikembangkan dapat melatih kemampuan berpikir kritis peserta didik melalui penerapan model *Problem Based Learning* (PBL).
5. Produk yang dikembangkan dapat dijadikan inovasi dan variasi bahan ajar yang digunakan dalam proses pembelajaran.

I. Definisi Istilah

1. Pengembangan

Secara umum, pengembangan dapat dipahami sebagai upaya pembaharuan dengan menciptakan atau memperbaiki sesuatu sehingga memiliki nilai guna lebih tinggi, sesuai dengan kebutuhan dan memiliki mutu yang lebih baik serta bermanfaat (Diana *et al.*, 2017).

Dalam konteks pendidikan, pengembangan merujuk pada kegiatan penelitian dan praktik yang menghasilkan produk pembelajaran, seperti bahan ajar, media, maupun strategi pembelajaran, yang dirancang untuk memfasilitasi proses belajar peserta didik.

Pengembangan pendidikan biasanya menggunakan model khusus seperti ADDIE, 4D, atau model R&D.

2. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

LKPD adalah bahan ajar cetak atau digital yang berupa lembaran yang berisi materi, ringkasan, dan petunjuk tugas/tugas pembelajaran untuk mendukung peserta didik dalam mencapai tujuan pembelajaran secara individu atau kelompok (Fortuna *et al.*, 2021).

3. *Augmented Reality* (AR)

Augmented Reality (AR) merupakan inovasi digital yang menggabungkan objek virtual seperti animasi, teks, atau model 3D ke dalam lingkungan nyata secara *Real-time* melalui perangkat digital. Teknologi ini memungkinkan pengguna untuk berinteraksi langsung dengan kombinasi dunia nyata dan dunia virtual, sehingga pengalaman belajar menjadi lebih menarik, interaktif, dan mudah dipahami (Peday *et al.*, 2025). Dalam pendidikan, AR sering dimanfaatkan untuk menampilkan objek yang abstrak atau sulit diamati secara langsung, misalnya struktur organ tubuh manusia dalam pembelajaran biologi.

4. *Problem Based Learning* (PBL)

Problem Based Learning (PBL) adalah model pembelajaran yang berpusat pada peserta didik, di mana peserta didik diberikan masalah nyata atau kontekstual yang harus dianalisis dan diselesaikan sendiri atau dalam kelompok. Melalui proses ini peserta didik bukan hanya menerima pengetahuan tetapi juga mengembangkan keterampilan

berpikir kritis, kemampuan pemecahan masalah, keterampilan komunikasi, dan kemandirian (Tambunan *et al.*, 2024).

5. Sistem Ekskresi

Sistem ekskresi adalah keseluruhan proses dan organ pada tubuh makhluk hidup yang bertugas untuk membuang zat sisa metabolisme dari tubuh dan menjaga keseimbangan internal. Pada manusia, organ ekskresi utama meliputi ginjal, kulit, paru – paru, dan hati yang berperan dalam pengeluaran zat limbah dan regulasi cairan, garam, dan pH (Tambunan *et al.*, 2024).

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dari pengembangan LKPD berorientasi *Augmented Reality* (AR) dan *Problem Based Learning* (PBL) pada materi sistem ekskresi manusia, terdapat kesimpulan yang dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Produk Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berorientasi *Augmented Reality* (AR) dan *Problem Based Learning* (PBL) telah dikembangkan menggunakan model pengembangan 4D. Dalam pengembangan produk LKPD pada materi sistem ekskresi manusia meliputi tahapan: *Define* (pendefinisian dengan melakukan analisis permasalahan yang terjadi pada peserta didik terhadap mata pelajaran biologi), *Design* (perancangan produk melalui pemilihan media, pemilihan format, serta rancangan awal), *Develop* (pengembangan produk melalui pengujian kualitas oleh para ahli dan uji coba respon produk terhadap peserta didik), *Disseminate* (penyebarluasan produk belum bisa dilaksanakan karena keterbatasan sarana, waktu, dan biaya).
2. Kualitas produk LKPD berorientasi AR dan PBL pada materi sistem ekskresi manusia kelas XI SMA/MA berdasarkan *reviewer* termasuk

kategori Sangat Baik dengan persentase keidealan 94,18%. Hasil tersebut diperoleh dari ahli materi, ahli media, *peer reviewer*, dan guru biologi.

3. Respon peserta didik sangat baik terhadap LKPD berorientasi AR dan PBL adalah Sangat Baik (SB). Hal tersebut ditunjukkan berdasarkan persentase sebesar 90,33% yang mengindikasikan bahwa LKPD dapat diterima Sangat Baik oleh peserta didik.

B. Saran

Berdasarkan penelitian pengembangan yang telah dilaksanakan, peneliti memandang perlu adanya tindak lanjut terhadap beberapa saran perbaikan sebagai berikut:

1. LKPD berorientasi AR dan PBL yang disajikan dalam bentuk cetak diharapkan dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan pada materi biologi lainnya oleh guru dan peserta didik guna menunjang kegiatan pembelajaran.
2. Pengembangan bahan ajar dalam penelitian ini, hanya difokuskan pada materi sistem ekskresi manusia. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengembangan lebih lanjut untuk materi biologi lainnya agar cakupan pembelajaran menjadi lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhwa, N., Faeza, N., Alwi, N. A., & Syam, S. S. (2025). Pemanfaatan Teknologi Digital dalam Meningkatkan Minat Belajar Bahasa Indonesia Siswa di Sekolah Dasar. *Semantik : Jurnal Riset Ilmu Pendidikan, Bahasa Dan Budaya*, 3(2), 329–339.
- Afriadi, R., & Yuni, R. (2018). Pengembangan Jiwa Bioentrepreneur Mahasiswa Biologi. *Jurnal Biolokus*, 1(2), 123–127.
- Agustini, M. (2019). Penerapan Model Pembelajaran Cooperative Tipe Jigsaw Untuk Meningkatkan Aktivitas dan Hasil Belajar IPA Biologi Materi Sistem Sirkulasi Pada Manusia Siswa Kelas XI MIA2 MAN 1 Hulu Sungai Tengah. *Jurnal Pendidikan Hayati*, 5(4), 172–179.
- Ahmad, K., & Lestari, I. (2010). Pengembangan Bahan Ajar Perkembangan Anak Usia Sd Sebagai Sarana Belajar Mandiri Mahasiswa. *Perspektif Ilmu Pendidikan*, 22, 183–193.
- Aisyah, S., Noviyanti, E., & Triyanto. (2020). Bahan Ajar Sebagai Bagian Dalam Kajian Problematika Pembelajaran Bahasa Indonesia. *Jurnal Salaka*, 2(1), 62–65.
- Aji, Y. G., Silaban, C., Irawati, D., Siagian, N. R. N., Siringoringo, S. N., Manoppo, A. J., Indrawati, N., Rahayu, D. N. C., Sulastri, & Sukarna, R. A. (2023). *Dasar-Dasar Ilmu Biomedik Struktur dan Fungsi*. Yayasan Kita Menulis.
- Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20, 1–11.
- Alenezi, M. (2023). Digital Learning and Digital Institution in Higher Education. *Education Sciences*, 13(88), 1–18.
- Alonemarera, A., & Kaliu, S. (2023). Pendekatan Contextual Teaching and Learning: Studi Pengaruh terhadap Partisipasi Belajar Biologi Siswa SMAN 1 Tinondo Contextual Teaching and Learning Approach: Study of Influence on Biology Study Participation of SMAN 1 Tinondo. *Jurnal Biologi Edukasi Edisi*, 30(15), 63–71.
- Anggiani, S., Fitriyani, S. D., & Attalina, S. N. C. (2025). Pemanfaatan Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep Pecahan Matematika pada Siswa SD Kelas 5. *Jurnal Cakrawala Pendidikan Dan Biologi*, 2(3), 62–71.

- Anifah, N. (2024). *Pengembangan Media Pembelajaran Biologi Berbasis Google Sites dan Problem Based Learning (PBL) pada Materi Pokok Sistem Sirkulasi untuk Siswa Kelas XI SMA Kolombo Sleman* [Skripsi]. UIN Sunan Kalijaga.
- Arikunto, S. (2013). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Rineka Cipta.
- Chalik, R. (2016). *Anatomi Fisiologi Manusia*. Kementerian Kesehatan.
- Chen, Y., Wang, Q., Chen, H., Song, X., Tang, H., & Tian, M. (2019). An Overview of Augmented Reality Technology. *Journal of Physics: Conference Series*, 1237(2), 1–6.
- Darmawan, E., Yusnaeni, Ismirawati, N., & Ristanto, R. H. (2021). *Strategi Belajar Mengajar Biologi*. Penerbit Pustaka Rumah C1nta.
- Dewi, Maulana, A. A., Nururrahmah, A., Ahmad, Naufal, M. F., & Fadhil, M. (2023). Peran Kemajuan Teknologi dalam Dunia Pendidikan. *Journal on Education*, 06(01), 9725–9734.
- Diana, P., Suwena, K., & Wijaya, N. M. S. (2017). Peran Dan Pengembangan Industri Kreatif Dalam Mendukung Pariwisata Di Desa Mas Dan Desa Peliatan, Ubud. *Jurnal Analisis Pariwisata*, 17(2), 84–92.
- Diri, A., & Diri, B. (2018). Management of staghorn renal stones. *Renal Failure*, 40(1), 357–362.
- Djaelani, A. R. (2013). Teknik Pengumpulan Data Dalam Penelitian Kualitatif. *Jurnal Majalah Ilmiah Pawiyatan*, 20(1), 82–92.
- Ethel, S. (2003). *Anatomi dan Fisiologi untuk Pemula*. EGC.
- Farisi, A., & Hamid, A. (2017). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa (JIM) Pendidikan Fisika*, 2(3), 283.
- Fortuna, I. D., Yuhana, Y., & Novaliyosi. (2021). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik dengan Problem Based Learning untuk Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 05(02), 1308–1321.
- Gaol, Ci. A. L., & Simanjuntak, S. (2023). Analisis Kesulitan Guru Menerapkan Teknologi Dalam Proses Pembelajaran di SD Negeri 08 Bilah Hilir Labuhan Batu T.A 2022/2023. *Journal on Education*, 6(1), 2441–2448.
- Gultom, P. R., Syafi', W., & Darmadi. (2025). Pengembangan E-LKPD Berbasis Problem Based Learning (PBL) Terintegrasi Berpikir Kritis pada Materi Sistem Ekskresi Manusia Kelas XI SMA. *NUSRA: Jurnal Penelitian Dan Ilmu Pendidikan*, 6(4), 843–851.

- Hadibrata, E., & Suharmanto. (2022). Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Terjadinya Batu Ginjal. *Jurnal Penelitian Perawat Profesional*, 4(3), 1041–1046.
- Hadibrata, E., Tjahjo, M. D., Fadli, M. Y., & Priyono, A. H. (2020). Efikasi dan Keamanan Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy (ESWL) Tipe Piezoelektrik Pada Pasien Batu Ginjal. *Jurnal Kedokteran Universitas Lampung*, 4(2), 122–127.
- 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.
- Handayani, S. (2021). *Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia*. Penerbit Media Sains Indonesia.
- Hapsari, P. C., & Aloysius, S. (2026). Integrasi Augmented Reality Dalam E-LKPD Berbasis PBL Untuk Meningkatkan Berpikir Kritis Pada Materi Ekosistem. *BIOEDUSAINS: Jurnal Pendidikan Biologi Dan Sains*, 9(2), 532–540.
- Heryani, Y., & Rustina, R. (2018). Implementasi Bahan Ajar Berbasis Masalah Pada Perkuliahan Kapita Selekt Matematika Pendidikan Dasar. *Jurnal Siliwangi: Seri Pendidikan*, 4(2), 72–75.
- Inayati, I. (2024). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning (Pbl) Pada Kompetensi Dasar Pengeritingan Rambut Dasar Dengan Menggunakan Media Video Di SMK Negeri 3 Kediri. *E-Jurnal UNESA*, 13(1), 29–37.
- Indahsari, L., & Sumirat. (2023). Implementasi Teknologi Augmented Reality dalam Pembelajaran Interaktif. *Cognoscere: Jurnal Komunikasi Dan Media Pendidikan*.
- Indrawini, T., Amirudin, A., & Widiati, U. (2017). Pengembangan Bahan Ajar Tematik Subtema Ayo Cintai Lingkungan Untuk Siswa Kelas IV SD. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 2(11), 1489–1497.
- Irianto, K. (2012). *Anatomi dan Fisiologi*. Alfabeta.
- Ismayani, A. (2020). *Membuat Sendiri Aplikasi Augmented Reality*. Elex Media.
- Kalangi, S. J. (2013). Histofisiologi Kulit. *Jurnal Biomedik (JBM)*, 5(3), 12–20.
- Kaniawati, E., Mardani, M. E., Lestari, S. N., Nurmilah, U., & Setiawan, U. (2023). Evaluasi Media Pembelajaran. *Journal of Student Research (JSR)*, 1(2), 18–32.
- Khovivah, A., Gultom, E. S., & Lubis, S. S. (2022). Pengembangan LKPD Berbasis Problem Based Learning dan Pengaruhnya Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *LENSA (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, 12(2), 152–161.

- Khulsum, U., Hudiyono, Y., & Sulistyowati, E. D. (2018). Pengembangan Bahan Ajar Menulis Cerpen Dengan Media Storyboard Pada Siswa Kelas X SMA. *DIGLOSIA*, 1(1), 1–12.
- Komalasari, I., Kusdiana, A., & Ganda, N. (2018). Pengembangan Bahan Ajar Pembelajaran Berbicara Berbasis Kearifan Lokal melalui Permainan Bahasa di Sekolah Dasar. *Pedadidaktika: Jurnal Ilmiah Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 5(4), 250–259.
- Kosasih, E. (2020). *Pengembangan Bahan Ajar*. PT Bumi Aksara.
- Limsuwat, C., & Prabhakar, S. S. (2012). Reversible Renal Glycosuria in Acute Interstitial Nephritis. *The American Journal of the Medical Sciences*, 344(3), 245–247.
- Lina, O. D., Bunga, Y. N., & Putra, S. H. J. (2024). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Problem Based Learning (PBL) Pada Materi Sistem Pencernaan Manusia Kelas VIII. *Biogenerasi: Jurnal Pendidikan Biologi*, 10(1), 717–726.
- Magdalena, I., Prabandani, R. O., Rini, E. S., Fitriani, M. A., & Putri, A. A. (2020). Analisis Pengembangan Bahan Ajar. *Nusantara : Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 2(2), 170–187.
- Mariani, Y. (2019). *Pengembangan Media Pembelajaran Biologi Berbasis Macromedia Flash Terintegrasi Intaq Pada Materi Pokok Sistem Ekskresi Untuk Siswa Kelas XI SMA/MA Di Pekanbaru* [Skripsi]. Universitas Islam Riau Pekanbaru.
- Marzuki, & Silvia, M. (2023). Pengaruh Penggunaan Lembar Kerja Siswa (LKS) terhadap Hasil Belajar Siswa pada Pembelajaran Biologi Kelas XI IPS 1 di SMA. *Jurnal Pendidikan Tambusa*, 7(3), 20643–20651.
- Maulani, D., & Siagian, E. (2022). Hubungan Pengetahuan Dan Kebersihan Urogenital Dengan Infeksi Saluran Kemih. *Jurnal Penelitian Perawat Profesional*, 4(4), 1269–1280.
- Meilani, P. (2025). *Pengembangan Flipbook Berbasis Augmented Reality pada Materi Sistem Ekskresi Sebagai Inovasi Media Pembelajaran Biologi untuk Peserta Didik Kelas XI SMA/MA* [Skripsi]. UIN Sunan Kalijaga.
- Muswita, M., Yelianti, U., & Murni, P. (2020). Efektifitas Media Booklet Terhadap Pengetahuan Jenis Tumbuhan Paku Pada Mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi. *BIODIK*, 7(2), 23–32.
- Mutter, C. M., Smith, T., Menze, O., Zakharia, M., & Nguyen, H. (2021). Diabetes Insipidus: Pathogenesis, Diagnosis, and Clinical Management. *Cureus*.

- Najwa, N., Hardiansyah, & Irianti, R. (2023). Validitas Buku Saku Elektronik SMA Tentang Keanekaragaman Poaceae Di Kawasan Persawahan Desa Beringin Kencana Kecamatan Tabunganen. *JUPEIS: Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 2(3).
- Nandyansah, W., & Suprpto, N. (2019). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality Untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Abstrak Pada Materi Model Atom. *IPF: Inovasi Pendidikan Fisika*, 8(2), 756–760.
- Nurrofikoh, M., Fatima, A., Hastuti, H., Fauziyah, O., Nursiswati, N., & Pebrianti, S. (2023). Cegah dan Kenali Kondisi Hati (CEK SI HATI) sebagai Upaya Pendidikan Kesehatan terkait Sirosis Hati Kepada Masyarakat. *Jurnal Kreativitas Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM)*, 6(7), 2984–3008.
- Nurussalamah, P., Rosalina, E., & Lokaria, E. (2023). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Matematika Berbasis Contextual Teaching and Learning. *Journal of Elementary School (JOES)*, 6(2), 346–353.
- Pawestri, E., & Zulfiati, H. M. (2020). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Untuk Mengakomodasi Keberagaman Siswa Pada Pembelajaran Tematik Kelas II Di SD Muhammadiyah Danunegaran. *Trihayu: Jurnal Pendidikan Ke-SD-An*, 6(3), 903–913.
- Peday, A. R., Kweldju, A. De, & Sanglide, M. (2025). Magic A&N Aplikasi Augmented Reality Sebagai Media Belajar Berbasis Mobile Menggunakan Unity. *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika)*, 10(3), 1982–1992.
- Prastiwi, N. H., Lukitasari, M., & Utami, S. (2020). Pengembangan Biorivista (Majalah Biologi) Berbasis Mind Mapping Untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Siswa SMA/MA pada Materi Sistem Ekskresi. *Prosiding Seminar Nasional SIMBIOSIS V*, 284–292.
- Prastowo, A. (2014). *Pengembangan Bahan Ajar Tematik (Tinjauan Teori dan Praktik)*. Kencana.
- Prastowo, A. (2015). *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Diva Press.
- Rahim, A. (2025). Mengungkap Akar Hiperhidrosis : Tinjauan Faktor Internal dan Eksternal Pemicu Keringat Berlebih. *Journal of Literature Review*, 1(2), 520–525. <https://doi.org/10.63822/77tqd324>
- Rahmadani. (2019). Metode Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL). *Lantanida Journal*, 7(1), 1–12.

- Ramadhani, N. A., Hamzah, R. A., Kabi, M. La, & Matdoan, A. (2024). Kajian Literatur Pentingnya Pengembangan Bahan Ajar terhadap Pembelajaran Bahasa Indonesia di SD. *Jurnal Ilmiah Insan Mulia*, 1(2), 57–62.
- Raven, P. H., Johnson, G. B., Mason, K. A., Losos, J. B., & Singer, S. R. (2008). *Biology* (Ninth Edition). McGrawHill.
- Renat, S. E., Novriyanti, E., & Armen. (2017). Pengembangan Modul Dilengkapi Peta Konsep dan Gambar pada Materi Keanekaragaman Makhluk Hidup untuk Siswa Kelas VII SMP. *Bioeducation Journal*, 1(1), 95–109.
- Risandy, L. A., Sholikhah, S., Ferryka, P. Z., & Putri, A. F. (2023). Penerapan Model Based Learning (PBL) dalam Pembelajaran Tematik Terpadu di Kelas 5 Sekolah Dasar. *Jurnal Kajian Dan Penelitian Umum*, 1(4), 95–105.
- Rizal, S., Prayogi, S., Muhali, & Kurnia, N. (2023). Problem-Based Learning (PBL) in Science Education: A Literature Review Study. *Lensa: Jurnal Kependidikan Fisika*, 11(2), 116–136.
- Rohmaniah, A., Ruswan, & Norra, B. I. (2019). Pengembangan Handout Sistem Ekskresi dengan Integrasi Nilai Islam pada Siswa Kelas XI. *Bioeduca: Journal of Biology Education*.
- Rosmana, P. S., Ruswan, A., Rahma, A., Lesmana, D., Andini, I. F., Yuliani, I. P., Ramanda, N., & Nurfitriana, R. (2024). Penerapan LKPD terhadap Efektivitas Pembelajaran Peserta Didik di Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(1), 3082–3088.
- Sadikin, A., Mary, T., & Samudra, A. A. (2023). Pengembangan Media Pembelajaran Augmented Reality Pada Mata Pelajaran Informatika Di SMK Negeri 1 Koto Baru. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 7(5), 3609–3613.
- Safrida, D. (2018). *Anatomi dan Fisiologi Manusia*. Syiah Kuala University Press.
- Santoso, A. P. R., Wulandari, D. D., Savitri, A. D., Handayani, D., Nata, J. Y., Isnaini, S. N., & Isnaini, N. Z. (2023). Deteksi Mikro Albumin Urine Sebagai Upaya Deteksi Untuk Pencegahan Diabetic Neuropati Pada Warga Desa Simo Angin-Angin. *Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat*, 461–466.
- Saputri, D., Faizah, A. R., Raihanah, N. F., & Rahman, M. (2024). Kajian Literatur Sistem Ekskresi Pada Hewan Vertebrata Dan Invertebrata. *Jurnal Ilmiah Kajian Multidisipliner*, 8(5), 2118–7302.
- Seliger, S. L., Salimi, S., Pierre, V., Giffuni, J., Katzel, L., & Parsa, A. (2016). Microvascular Endothelial Dysfunction is Associated with Albuminuria and CKD in Older Adults. *BMC Nephrology*, 17(1), 1–8.

- Shabrina, Q. (2024). *Pengembangan E-Modul pada Materi Sistem Ekskresi Manusia Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Biologi* [Skripsi]. Universitas Pakuan.
- Shoimin, A. (2016). *Model Pembelajaran Inovatif dalam Kurikulum 2013*. Ar-Ruzz Media.
- Silverthorn, D. U., Jhonson, B. R., & Ober, W. C. (2012). *Fisiologi Manusia: Sebuah Pendekatan Terintegrasi*. EGC.
- Simanjuntak, M. D. R. (2019). Membangun Ketrampilan 4C Siswa Dalam Menghadapi Revolusi Industri 4.0. *Prosiding Seminar Nasional Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Medan*, 3, 921–929.
- Simargi, Y., Seprianto, J., & Santi, B. T. (2021). Hubungan Lama Paparan Polusi Udara dengan Kejadian Emfisema Berdasarkan Pemeriksaan CT Scan Toraks pada Sopir Angkutan Kota. *Jurnal Respirologi Indonesia*, 41(2), 129–133.
- Subhan, M., Mufid, D. I., Sekarsari, R., & Wahyana, S. (2025). Pemanfaatan Teknologi Untuk Meningkatkan Efektivitas Pembelajaran. *Jurnal Teknologi Pendidikan Dan Pembelajaran (JTTP)*, 03(01), 22–26.
- Sudaryono. (2016). *Metode Penelitian Pendidikan*. Prenadamedia.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D* (19th ed.). Alfabeta.
- Sugiyono. (2022). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Sumiyati, S., Ardan, A. S., & Tokan, M. K. (2021). Pelatihan Penyediaan Objek Biologi untuk Kegiatan Pembelajaran di SMA. *KELIMUTU Journal of Community Service (KJCS)*, 1(1), 35–41.
- Suryaningrum, W., & Fiana, A. (2024). E-LKPD Berbasis Scaffolding Question Prompt Untuk Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kritis Pada Pembelajaran IPA Tingkat SMP. *Seminar Nasional IPA XIV*, 668–677.
- Suryaningsih, Y. (2017). Pembelajaran Berbasis Praktikum Sebagai Sarana Siswa Untuk Berlatih Menetapkan Keterampilan Proses Sains Dalam Materi Biologi. *Jurnal Bio Educatio*, 2(2), 49–57.
- Susanti, N., Arifah, C., Hasibuan, E. W., & Adristi, Y. (2024). Hubungan Kebiasaan Merokok Dengan Kejadian Kanker Paru: Studi Literatur. *Jurnal Kesehatan Tambusai*, 5(3), 6459–6463.
- Syarah, M. M., Rahmi, Y. L., & Darussyamsu, R. (2021). Analisis Penerapan Pendekatan STEM pada Pembelajaran Biologi. *BIO-EDU: Jurnal Pendidikan Biologi*, 6(3), 236–243.

- Tambunan, E., Sitepu, S. C. br, Witin, T. A., & Arwita, W. (2024). Analisis Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning Pada Pelajaran Biologi Materi Sistem Ekskresi Kelas X SMA Negeri 4 Binjai. *BIODIK*, *10*(2), 172–180.
- Trianto. (2012). *Model-model Pembelajaran Inovatif-Prograsif*. Kencana.
- Ulfah, I. F., & Nasution, H. (2024). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Augmented Reality dengan Model Problem Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah. *Proximal: Jurnal Penelitian Matematika Dan Pendidikan Matematika*, *7*(2), 785–795.
- Untari, S., Susanti, M. M., Kodiyah, N., & Himawati, L. (2023). *Buku Ajar Anatomi dan Fisiologi*. Penerbit NEM.
- Vari, Y., & Bramastia. (2021). Pemanfaatan Augmented Reality Untuk Melatih Keterampilan Berpikir Abad 21 Di Pembelajaran IPA. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, *10*(2), 131–136.
- Warningsih, S., Santoso, H., & Lepiyanto, A. (2019). Pengembangan Modul Berbasis Literasi Sains Dengan Terintegrasi Nilai-Nilai Islam Pada Materi Keanekaragaman Hayati SMA Kelas X. *Prosiding Seminar Nasional Biodiversitas Indonesia*, 35–41.
- Wicaksono, B. A. (2017). *Pengembangan Bahan Ajar Membaca Pemahaman Big Book Berbasis Budaya Lokal Sub Cerita Sejarah Wirasaba Pada Tingkat Sekolah Dasar*. [Skripsi]. Universitas Muhammadiyah Purwokerto.
- Widoyoko, E. P. (2012). *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*. Pustaka Pelajar.
- Wijarini, F., & Ilma, S. (2025). Penguasaan Keterampilan Proses Sains Mahasiswa Melalui Pembelajaran Proyek Mini Riset. *Research and Development Journal of Education*, *11*(1), 124.
- Wijayanti, D., Saputro, S., & Nurhayati, N. D. (2015). Pengembangan Media Lembar Kerja Siswa (LKS) Berbasis Hierarki Konsep Untuk Pembelajaran Kimia Kelas X Pokok Bahasan Pereaksi Pembatas. *Jurnal Pendidikan Kimia (JPK)*, *4*(2), 15–22.
- Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., & Liang, J. C. (2013). Current Status, Opportunities and Challenges of Augmented Reality in Education. *Computers & Education*, *62*, 41–49.
- Yamamoto, S., Kazama, J. J., Wakamatsu, T., Takahashi, Y., Kaneko, Y., Goto, S., & Narita, I. (2016). Removal of uremic toxins by renal replacement therapies: A review of current progress and future perspectives. *Renal Replacement Therapy*, *2*(1).

- Yonata, A., Taruna, A., & Islamy, N. (2020). Deteksi Dini dan Pencegahan Penyakit Ginjal. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Ruwa Jurai*, 5(1), 62–66.
- Yosdimyati, L. (2021). Hubungan Kadar Mikroalbumin dan HbA1c pada Orang dengan Resiko Diabetes Mellitus Tipe 2. *Medicra (Journal of Medical Laboratory Science/Technology)*, 4(2), 88–92.
- Yuberti. (2014). *Teori Pembelajaran dan Pengembangan Bahan Ajar dalam Pendidikan*. Anugrah Utama Raharja (AURA).
- Yusup, A. H., Azizah, A., Rejeki, E. S., Silviani, M., Mujahidin, E., & Hartono, R. (2023). Literature Review: Peran Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality Dalam Media Sosial. *Jurnal Pendidikan Indonesia: Teori, Penelitian Dan Inovasi*, 3(5), 209–217.
- Zebua, N. (2025). Integrasi Teknologi Digital dalam Pembelajaran Biologi: Analisis Kualitatif terhadap Pemahaman Konseptual dan Keterampilan Abad 21. *Edukasi Elita : Jurnal Inovasi Pendidikan*, 2(2), 52–64.
- Zulaichah, L., Pristiani, R., & Suciptaningsih, O. A. (2025). Inovasi Bahan Ajar Berbasis Genially Untuk Meningkatkan Motivasi Dan Pemahaman Siswa SD Dalam Pembelajaran Ekosistem. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 10(2), 468–476.