

**PENGEMBANGAN E-LKPD BERBANTUAN *GAME*
WORDWALL PADA MATERI SINTESIS PROTEIN UNTUK
PESERTA DIDIK FASE F MAN 1 KOTA PADANG**

SKRIPSI



**ZEDRI
NIM. 22031117/2022**

**DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2026**

**PENGEMBANGAN E-LKPD BERBANTUAN *GAME*
WORDWALL PADA MATERI SINTESIS PROTEIN UNTUK
PESERTA DIDIK FASE F MAN 1 KOTA PADANG**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Pendidikan*



Oleh :

**ZEDRI
NIM. 22031117/2022**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2026**

PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul : Pengembangan E-LKPD Berbantuan *Game Wordwall* pada Materi Sintesis Protein untuk Peserta Didik Fase F MAN 1 Kota Padang

Nama : Zedri

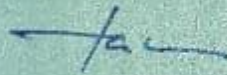
NIM/TM : 22031117/2022

Program Studi : Pendidikan Biologi

Departemen : Biologi

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Mengetahui,
Kepala Departemen Biologi



Dr. Dwi Hilda Putri, S.St., M.Biomed.
NIP. 197508152006042001

Padang, 22 Januari 2026
Disetujui oleh,
Dosen Pembimbing



Ganda Hijrah Selaras, M.Pd.
NIDN. 00029068703

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

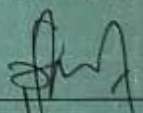
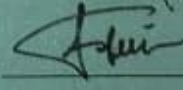
Nama : Zedri
NIM/TM : 22031117/2022
Program Studi : Pendidikan Biologi
Departemen : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

PENGEMBANGAN E-LKPD BERBANTUAN *GAME* *WORDWALL* PADA MATERI SINTESIS PROTEIN UNTUK PESERTA DIDIK FASE F MAN 1 KOTA PADANG

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Pendidikan Biologi, Departemen Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 02 Februari 2026

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Ganda Hijrah Selaras, M.Pd.	
Anggota	: Dr. Fitri Arsih, S.Si., M.Pd	
Anggota	: Fitri Olvia Rahmi, M.Pd.	

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Zedri
NIM/TM : 22031117/2022
Program Studi : Pendidikan Biologi
Departemen : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa, skripsi saya yang berjudul **“Pengembangan E-LKPD Berbantuan Game Wordwall pada Materi Sintesis Protein untuk Peserta Didik Fase F MAN 1 Kota Padang”** adalah benar hasil karya sendiri, bukan hasil plagiat dari karya orang lain. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya yang dituliskan dan diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti aturan penulisan karya ilmiah yang benar.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, 02 Februari 2026

Diketahui oleh,
Kepala Departemen Biologi



Dr. Dwi Hilda Putri, S.Si., M.Biomed.
NIP. 197508152006042001

Saya yang menyatakan,



Zedri
NIM. 22031117

ABSTRAK

Zedri : Pengembangan E-LKPD Berbantuan *Game Wordwall* pada Materi Sintesis Protein untuk Peserta Didik Fase F MAN 1 Kota Padang

Pembelajaran biologi pada materi sintesis protein menghadapi tantangan signifikan karena karakteristik materi yang abstrak dan kompleks pada tingkat molekuler. Peserta didik di MAN 1 Kota Padang mengalami kesulitan memahami materi melalui sumber belajar cetak, dengan 40,7% peserta didik kesulitan memahami materi biologi dan 52,5% tidak memiliki bahan ajar personal yang memadai. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) cetak yang digunakan memiliki keterbatasan dalam visualisasi proses mikroskopis, desain kurang menarik, dan memerlukan biaya cetak yang membebani peserta didik. Penelitian ini bertujuan mengembangkan dan menghasilkan E-LKPD berbantuan game wordwall pada materi sintesis protein untuk peserta didik fase F yang valid dan praktis.

Penelitian menggunakan model pengembangan *Four-D* yang dibatasi sampai tahap *develop*, meliputi tahap *define*, *design*, dan *develop*. Validasi dilakukan oleh dua dosen Departemen Biologi FMIPA UNP dan satu guru biologi MAN 1 Kota Padang. Uji praktikalitas dilaksanakan dengan melibatkan satu guru biologi dan 33 peserta didik kelas XI F4. Instrumen penelitian berupa lembar wawancara, angket validitas, dan angket praktikalitas. Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis deskriptif kualitatif dan deskriptif kuantitatif.

Hasil penelitian menunjukkan E-LKPD berbantuan game wordwall memperoleh nilai validitas 95,35% dengan kategori sangat valid pada aspek kelayakan isi, kebahasaan, penyajian, kegrafikaan, dan rekayasa perangkat lunak. Uji praktikalitas menghasilkan nilai 94,30% dari guru dengan kategori sangat praktis dan 88,10% dari peserta didik dengan kategori praktis. E-LKPD yang dikembangkan mengintegrasikan model pembelajaran *Teams Games Tournament* (TGT) dengan *platform google sites* dan tujuh jenis permainan *wordwall*, dilengkapi video animasi dan gambar berkualitas tinggi. Produk layak digunakan sebagai bahan ajar digital inovatif untuk mengatasi keterbatasan media cetak dan mendukung pembelajaran biologi sesuai kebutuhan peserta didik era digital.

Kata Kunci: E-LKPD, *Wordwall*, sintesis protein, *Teams Games Tournament*, media pembelajaran digital

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT karena berkat limpahan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan baik. Sholawat kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa umat manusia kepada peradaban yang penuh dengan ilmu pengetahuan dan berakhlak mulia. Penulis telah dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengembangan E-LKPD Berbantuan *Game wordwall* pada Materi Sintesis Protein untuk Peserta Didik Fase F MAN 1 Kota Padang”. Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Pendidikan pada Departemen Biologi FMIPA di Universitas Negeri Padang. Dalam penulisan skripsi ini penulis banyak mendapatkan bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ibu Ganda Hijrah Selaras, M.Pd. selaku pembimbing dan penasehat akademik yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan bantuan, motivasi, bimbingan dan masukan untuk penulis dengan penuh kesabaran dalam kesempurnaan skripsi.
2. Ibu Dr. Fitri Arsih S.Si., M.Pd. dan Ibu Fitri Olvia Rahmi, M.Pd. selaku tim penguji sekaligus validator yang telah memberikan kritik dan saran untuk menyempurnakan skripsi.
3. Pimpinan, staf pengajar serta karyawan Departemen Biologi FMIPA UNP yang telah memberikan kemudahan dalam penyusunan skripsi ini.

4. Kepala, Wakil Kepala, Majelis Guru, dan Staf Tata Usaha MAN 1 Kota Padang yang telah memberikan kesempatan dalam melaksanakan penelitian.
5. Peserta didik kelas XI F MAN 1 Kota Padang yang telah bersedia menjadi subjek observasi dan subjek penelitian. Semoga bantuan yang telah diberikan mendapat balasan bernilai ibadah di sisi Allah SWT. Penulis telah berusaha menghasilkan karya ini sebaik mungkin, maka jika masih terdapat kekeliruan yang luput dari koneksi, penulis mengharapkan kritikan dan saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua.

Padang, 02 Februari 2026

Penulis

Zedri

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR LAMPIRAN	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	6
C. Batasan Masalah.....	6
D. Rumusan Masalah	6
E. Tujuan Penelitian	7
F. Manfaat Penelitian	7
G. Spesifikasi Produk.....	7
BAB II KAJIAN TEORITIS.....	18
A. Kajian Teori	18
B. Penelitian Relevan.....	41
C. Kerangka Konseptual.....	44
BAB III METODE PENELITIAN.....	45
A. Jenis Penelitian.....	45
B. Definisi Istilah.....	45
C. Tempat dan Waktu Penelitian	46
D. Subjek dan Objek Penelitian	47
E. Data Penelitian	47
F. Instrumen Pengumpulan Data	47
G. Prosedur Penelitian.....	48
H. Teknik Analisis Data.....	54
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	57
A. Hasil Penelitian	57
B. Pembahasan.....	90

BAB V PENUTUP.....	116
A. Kesimpulan	116
B. Saran.....	116
DAFTAR PUSTAKA	118
LAMPIRAN.....	114

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Lembar Wawancara Guru Biologi MAN 1 Kota Padang.....	114
2. Hasil Lembar Wawancara Guru Biologi MAN 1 Kota Padang	120
3. Angket Observasi Peserta Didik MAN 1 Kota Padang.....	131
4. Persentase Hasil Angket Observasi Peserta Didik	140
5. Angket Validasi E-LKPD Berbantuan <i>Game Wordwall</i>	141
6. Hasil Angket Validasi E-LKPD oleh Validator	137
7. Analisis Angket Validasi E-LKPD oleh Validator dan Praktisi.....	146
8. Angket Praktikalitas E-LKPD oleh Guru Biologi.....	147
9. Hasil Angket Praktikalitas oleh Guru.....	145
10. Analisis Hasil Angket Praktikalitas E-LKPD oleh Guru Biologi.....	148
11. Angket Praktikalitas E-LKPD oleh Peserta Didik	149
12. Angket Praktikalitas E-LKPD oleh Peserta Didik	152
13. Analisis Hasil Angket Praktikalitas E-LKPD oleh Peserta Didik	156
14. Sumber dan Media Pembelajaran yang Digunakan oleh Peserta Didik.....	157
15. Dokumentasi Penelitian	160
16. QR Code Produk E-LKPD Berbantuan <i>Game Wordwall</i>	161

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Daftar Validator untuk Uji Validasi Produk.....	47
2. Keterangan Skor Skala Likert untuk Validitas.....	54
3. Kriteria Penilaian Validitas	55
4. Keterangan Skor Skala Likert untuk Praktikalitas	55
5. Deskripsi Kegiatan pada Tahapan TGT dalam E-LKPD	69
6. Hasil Penilaian Uji Validitas oleh 3 Orang Validator	81
7. Saran Validator dan Tindak Lanjut terhadap LKPD Elektronik	82
8. Data hasil uji praktikalitas LKPD Elektronik oleh Guru	90
9. Data Hasil Uji Praktikalitas LKPD Elektronik oleh Peserta Didik.....	90

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka Konseptual	44
2. Prosedur Pengembangan E-LKPD	53
3. Tampilan Google Sites.	74
4. Rancangan Awal Desain Cover.....	75
5. Rancangan Awal Desain Halaman Petunjuk Pembelajaran	75
6. Rancangan Awal Desain Halaman Kegiatan Pendekatan TGT	76
7. Rancangan Awal Desain Halaman Class Presentation.....	77
8. Rancangan Awal Desain Halaman Teams.	77
9. Rancangan Awal Desain Halaman Games.....	78
10. Rancangan Awal Desain Halaman Tournament.	78
11. Rancangan Awal Desain Halaman Teams Recognition.	79
12. Desain Halaman Cover Setelah Revisi.	84
13. Desain Halaman Pengoperasian.....	84
14. Desain Halaman Petunjuk Penggunaan Pembelajaran Setelah Revisi.....	85
15. Desain Halaman Kegiatan Pendekatan TGT Setelah Revisi.	86
16. Desain Halaman Class Presentation Setelah Revisi.....	86
17. Desain Halaman Teams Setelah Revisi	87
18. Desain Halaman Games Setelah Revisi.....	87
19. Desain Halaman Tournament Setelah Revisi	88
20. Halaman Teams Recognition Setelah Direvisi	88

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pembelajaran biologi menekankan penguasaan konsep melalui proses pemahaman yang terstruktur dan bermakna, bukan sekadar penguasaan hafalan. Karakteristik materi biologi yang bersifat kompleks dan abstrak, khususnya pada tingkat molekuler, menuntut dukungan media pembelajaran yang mampu merepresentasikan konsep secara visual dan kontekstual (Nasar & Kaleka, 2019; Ristiyani & Yulianti, 2014). Media pembelajaran berperan sebagai sarana yang membantu peserta didik dalam menangkap, mengolah, dan mengorganisasi informasi sehingga terbentuk pengetahuan yang bermakna (Intika, 2018). Oleh karena itu, pemilihan bahan ajar dan media pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik materi serta kebutuhan peserta didik menjadi salah satu faktor penting dalam menunjang efektivitas pembelajaran (Handayani & Subakti, 2021; Sriyulianingsih *et al.*, 2023).

Karakteristik peserta didik abad ke-21 menunjukkan perbedaan yang cukup signifikan dibandingkan generasi sebelumnya, terutama dalam keterkaitannya dengan teknologi digital. Peserta didik terbiasa berinteraksi dengan perangkat digital dan cenderung merespons pembelajaran yang bersifat interaktif, fleksibel, serta relevan dengan kehidupan sehari-hari (Sudrajat *et al.*, 2025). Studi pendahuluan di MAN 1 Padang menunjukkan bahwa sebagian besar peserta didik memiliki kesiapan teknologi yang tinggi, data menunjukkan bahwa 100% peserta didik (59 dari 59 responden) memiliki kemampuan mengoperasikan *smartphone* secara mandiri. Tingkat keterampilan digital yang tinggi ini kontras dengan

permasalahan pembelajaran aktual, di mana 40,7% peserta didik (24 dari 59 responden) masih mengalami kesulitan memahami materi biologi melalui sumber belajar cetak yang tersedia, dan 52,5% (31 dari 59 responden) tidak memiliki bahan ajar personal memadai sebagai penunjang pembelajaran mandiri. Lebih lanjut, 96,6% peserta didik (57 dari 59 responden) menyatakan ketertarikan tinggi untuk belajar biologi menggunakan lembar kerja yang terintegrasi dengan *game* edukatif (Lampiran 4). Temuan tersebut mengindikasikan adanya kesenjangan antara potensi pemanfaatan teknologi dan implementasinya dalam proses pembelajaran, sebagaimana juga dilaporkan dalam penelitian sebelumnya terkait kebutuhan bahan ajar yang fleksibel dan adaptif terhadap preferensi belajar peserta didik (Chavez & Palaoag, 2024; Maiti & Priyaadharshini, 2024).

Permasalahan pembelajaran biologi di MAN 1 Padang menjadi lebih spesifik pada materi sintesis protein. Berdasarkan hasil wawancara dengan guru biologi yaitu Ibu Neneng Maryamah, S.Pd., dan Ibu Witri Andriani, S.Pd., bahwa materi ini belum dibahas secara mendalam karena keterbatasan ruang lingkup dalam bahan ajar yang digunakan serta alokasi waktu pembelajaran. Padahal, sintesis protein merupakan konsep dasar dalam biologi molekuler yang berperan sebagai fondasi untuk memahami materi lanjutan pada jenjang berikutnya. Kompleksitas materi yang melibatkan proses transkripsi dan translasi dengan berbagai komponen molekuler sering kali menimbulkan kesulitan bagi peserta didik, terutama ketika pembelajaran tidak didukung oleh visualisasi yang memadai. Keterbatasan sarana pendukung, seperti ketersediaan perangkat proyeksi dan kualitas media presentasi

yang masih didominasi teks daripada visualisasi diagram atau animasi, turut mempengaruhi efektivitas penyampaian materi yang bersifat abstrak dan dinamis.

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) sebagai salah satu bahan ajar pendamping yang digunakan di MAN 1 Kota Padang menunjukkan berbagai keterbatasan signifikan. Analisis terhadap LKPD yang beredar menunjukkan bahwa sebagian besar hanya memuat daftar pertanyaan dalam bentuk esai tanpa menyediakan informasi materi pendukung yang lengkap, sehingga belum berfungsi optimal sebagai sarana pembelajaran mandiri. Lembar Kerja Peserta Didik tersebut tidak dilengkapi dengan gambar ilustrasi berkualitas (28,8%), memiliki desain visual kurang menarik (27,1%), serta mengharuskan peserta didik mencetak secara mandiri sehingga menimbulkan beban finansial tambahan bagi peserta didik (25,4%) (Lampiran 4). Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa LKPD di sekolah sering kali hanya berisi daftar pertanyaan tanpa *scaffolding* yang cukup untuk membantu peserta didik membangun pemahaman konsep secara bertahap (Sulistiyorini & Harmanto, 2018). Padahal, LKPD yang dirancang secara efektif seharusnya mampu memfasilitasi aktivitas belajar yang terstruktur, menyediakan dukungan konseptual, serta mendorong pengembangan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah (Khairati *et al.*, 2022).

Upaya mengatasi keterbatasan tersebut dapat dilakukan melalui pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) yang memanfaatkan teknologi digital. Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik merupakan pengembangan dari LKPD cetak yang dapat diakses melalui perangkat

elektronik dan memungkinkan integrasi berbagai unsur multimedia, seperti teks, gambar, video, dan audio, dalam satu kesatuan bahan ajar (Awe & Ende, 2019). Pemanfaatan E-LKPD memberikan fleksibilitas akses, efisiensi waktu dan biaya, serta peluang penyajian visualisasi materi yang lebih representatif, sehingga berpotensi mendukung pemahaman konsep secara lebih mendalam (Mispa *et al.*, 2022). Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa E-LKPD berbasis teknologi memiliki tingkat validitas dan kepraktisan yang baik serta berkontribusi positif terhadap peningkatan hasil belajar, motivasi, dan keterampilan berpikir kritis peserta didik (Hafsah *et al.*, 2024; Pandiangan *et al.*, 2025; Wati *et al.*, 2020).

Efektivitas E-LKPD dalam pembelajaran dapat ditingkatkan melalui penerapan model pembelajaran yang mendorong keterlibatan aktif peserta didik, salah satunya adalah model pembelajaran kooperatif *Teams Games Tournament* (TGT). Model ini mengombinasikan kerja sama tim dengan aktivitas permainan akademik dan turnamen, sehingga menciptakan suasana belajar yang partisipatif dan kompetitif secara sehat (Liantri *et al.*, 2024). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan TGT dalam pembelajaran biologi berkontribusi terhadap peningkatan minat belajar, aktivitas belajar, dan pemahaman konsep peserta didik (Fitri *et al.*, 2025; Lestari *et al.*, 2023; Widyastuti *et al.*, 2023). Integrasi TGT dalam E-LKPD berpotensi mendukung pembelajaran yang berpusat pada peserta didik, di mana mereka terlibat secara aktif dalam proses diskusi, pemecahan masalah, dan konstruksi pengetahuan.

Optimalisasi implementasi E-LKPD berbasis TGT dapat diperkuat melalui integrasi *game* edukatif *Wordwall*. *wordwall* merupakan *Platform* pembelajaran

digital yang menyediakan berbagai format permainan interaktif yang dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran sekaligus alat evaluasi formatif (Lestari, 2021). *Platform* ini memungkinkan penyajian aktivitas belajar yang variatif, seperti kuis, pencocokan konsep, dan permainan berbasis kata, yang dapat disesuaikan dengan karakteristik materi sintesis protein (Wafiqni & Putri, 2021). Penelitian terdahulu melaporkan bahwa penggunaan E-LKPD berbantuan *Wordwall* berkontribusi positif terhadap peningkatan minat belajar, motivasi, hasil belajar, dan literasi sains peserta didik (Dianti *et al.*, 2024; Rahmawati & Zulfadewina, 2024; Septarini *et al.*, 2024; Zikrina, 2024).

Berdasarkan uraian tersebut, pengembangan E-LKPD berbasis model pembelajaran kooperatif TGT berbantuan *game wordwall* pada materi sintesis protein dipandang relevan untuk dikaji. Pengembangan ini diharapkan dapat menyediakan bahan ajar digital yang mudah diakses melalui perangkat yang dimiliki peserta didik, menampilkan visualisasi konsep yang jelas, mendukung pembelajaran kooperatif, serta memfasilitasi evaluasi pembelajaran secara interaktif. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan serta menguji validitas dan kepraktisan E-LKPD berbantuan *game wordwall* pada materi sintesis protein untuk peserta didik fase F di MAN 1 Kota Padang, sehingga dapat memberikan kontribusi dalam peningkatan kualitas pembelajaran biologi, khususnya pada materi yang bersifat kompleks dan abstrak. Berdasarkan latar belakang masalah maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Pengembangan E-LKPD Berbantuan *Game wordwall* pada Materi Sintesis Protein untuk Peserta Didik Fase F MAN 1 Padang”.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, maka dapat diidentifikasi beberapa permasalahan sebagai berikut.

1. Tinggi tingkat keterampilan digital peserta didik tidak sebanding dengan ketersediaan bahan ajar digital yang memadai.
2. Adanya keinginan peserta didik untuk belajar menggunakan media yang interaktif dan berbasis *game*.
3. Peserta didik fase F MA Negeri 1 Kota Padang kesulitan dalam memahami materi sintesis protein.
4. Belum tersedianya E-LKPD berbantuan *game wordwall* untuk materi sintesis untuk fase F sebagai perangkat pembelajaran yang valid dan praktis.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas dan banyaknya masalah yang diidentifikasi, maka penelitian ini dibatasi pada Pengembangan E-LKPD Berbantuan *Game wordwall* pada Materi Sintesis Protein untuk Peserta Didik Fase F.

D. Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian adalah bagaimana mengembangkan dan menghasilkan E-LKPD berbantuan *Game wordwall* pada materi sintesis protein untuk peserta didik kelas XI di MAN 1 Padang yang valid dan praktis.

E. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan dan menghasilkan E-LKPD berbantuan *Game wordwall* pada materi sintesis protein untuk peserta didik kelas XI yang valid dan praktis.

F. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian pengembangan E-LKPD ini diharapkan dapat bermanfaat bagi pihak-pihak berikut.

1. Bagi peneliti, sebagai penambah wawasan dalam mengembangkan bahan ajar digital yang mengintegrasikan model pembelajaran kooperatif dan elemen gamifikasi.
2. Bagi guru, sebagai penyedia alternatif media pembelajaran digital yang interaktif dan dapat mengatasi keterbatasan fasilitas proyeksi di kelas..
3. Bagi peneliti lain, sebagai sumber referensi untuk penelitian selanjutnya yang sama dan relevan dengan penelitian ini.

G. Spesifikasi Produk

Pada penelitian ini produk yang dihasilkan berupa E-LKPD berbantuan *game wordwall* pada materi sintesis protein untuk kelas XI MA, E-LKPD ini dapat diakses melalui *smartphone*, *tablet* maupun laptop. Spesifikasi produk sebagai berikut.

1. Desain Visual dan Warna

E-LKPD dirancang dengan tampilan visual menarik yang memadukan gambar beresolusi tinggi (HD) dan ilustrasi konseptual sintesis protein. Palet warna utama menggunakan biru dan hijau untuk menciptakan kesan edukatif, segar, dan

meminimalkan kelelahan visual saat membaca di layar digital. Setiap halaman dilengkapi dengan ikon visual yang merepresentasikan setiap tahapan pembelajaran berbasis model TGT.

2. *Platform* dan Teknologi

Google Sites dipilih sebagai *Platform* pengembangan E-LKPD dengan berbagai pertimbangan strategis. *Platform* ini memiliki aksesibilitas tinggi yakni dapat diakses kapan saja, di mana saja melalui berbagai perangkat (*PC, smartphone, tablet*) tanpa memerlukan instalasi aplikasi khusus, cukup dengan browser dan koneksi internet. Responsivitas otomatis yang dimiliki membuat tampilan menyesuaikan ukuran layar perangkat secara otomatis (*mobile-responsive*), sehingga pengalaman pengguna tetap optimal baik di layar besar (*PC/laptop*) maupun layar kecil (*smartphone*). *Google Sites* juga mendukung kemudahan integrasi multimedia yakni penyematan (*embed*) berbagai konten interaktif seperti *video YouTube, audio, game wordwall, Google Form*, dan dokumen *Google Drive* secara langsung tanpa memerlukan *coding* yang kompleks. Antarmuka yang *user-friendly* dengan tampilan sederhana dan intuitif memudahkan guru dan peserta didik dalam navigasi tanpa memerlukan keterampilan teknis tinggi, dimana fitur *drag-and-drop* dalam pembuatan konten juga mempermudah pengembang dalam mendesain halaman. *Platform* ini bersifat gratis dan kolaboratif karena terintegrasi dengan *Google Workspace (Drive, Form, Docs)*, memungkinkan kolaborasi dan pembaruan konten secara real-time tanpa biaya berlangganan. Keamanan dan penyimpanan *cloud* terjamin karena data tersimpan aman di *server Google* dengan *backup* otomatis, sehingga tidak ada risiko

kehilangan file dan dapat diakses dari berbagai perangkat dengan akun *Google* yang sama. *Google Sites* juga menyediakan sistem navigasi terstruktur dengan menu navigasi hierarkis (menu utama dan sub-menu) yang memudahkan pengelolaan struktur E-LKPD yang kompleks dengan banyak halaman. Proses pengembangan diawali dengan desain visual menggunakan *Canva* untuk menyusun *layout*, ikon, ilustrasi, dan elemen grafis. Hasil desain kemudian diintegrasikan ke dalam *Google Sites* dengan menambahkan fitur navigasi interaktif, audio narasi, video pembelajaran, serta *game wordwall* yang di-embed langsung ke dalam halaman.

3. Tipografi

Jenis *font* yang digunakan adalah *Montserrat* (untuk judul dan *heading*) dan *Lato* (untuk *body text*/isi teks), keduanya dipilih karena memiliki tingkat keterbacaan (*readability*) yang tinggi pada layar digital. Judul menggunakan format *bold* dengan ukuran besar untuk menekankan hierarki informasi, sedangkan *body text* menggunakan ukuran sedang (14-16 pt) untuk kenyamanan membaca dalam durasi lama.

4. Struktur dan Komponen E-LKPD

Produk E-LKPD disusun secara sistematis dengan komponen-komponen yang saling terkait. Dimulai dari halaman Home sebagai beranda atau sampul, kemudian Kata Pengantar yang berisi sambutan. Petunjuk Penggunaan menyediakan panduan pengoperasian E-LKPD dengan sub-menu yang mencakup pengoperasian melalui *Personal Computer/PC* dan pengoperasian melalui *Smartphone*. Petunjuk Pembelajaran memberikan panduan langkah-langkah pembelajaran yang harus dilakukan. Komponen Pembelajaran memuat Capaian

Pembelajaran, Tujuan Pembelajaran, dan Materi Pokok yang menjadi landasan pembelajaran. Kegiatan Pembelajaran merupakan bagian inti yang memuat tahapan pembelajaran berbasis sintaks TGT dan berfungsi sebagai halaman utama dengan navigasi ke 5 sub-halaman. Refleksi berisi form refleksi diri peserta didik untuk mengevaluasi proses pembelajaran mereka. Daftar Pustaka mencantumkan referensi yang digunakan dalam pengembangan E-LKPD. Glosarium menyediakan kamus istilah penting terkait materi sintesis protein. Terakhir, Profil Penulis menampilkan biodata pengembang E-LKPD.

5. Integrasi Model Pembelajaran Teams *Games Tournament* (TGT) dalam E-LKPD

Model Teams *Games Tournament* (TGT) yang dikembangkan oleh David DeVries dan Keith Edwards merupakan model pembelajaran kooperatif yang mengintegrasikan unsur permainan dan kompetisi akademik. TGT dipilih dalam pengembangan E-LKPD ini dengan berbagai pertimbangan penting. Model ini dapat meningkatkan motivasi belajar melalui pendekatan "belajar sambil bermain" yang membuat pembelajaran materi sintesis protein yang cenderung abstrak dan kompleks menjadi lebih menyenangkan. TGT juga mengembangkan karakter gotong royong melalui kerja kelompok yang terstruktur serta menciptakan suasana belajar yang rileks namun tetap produktif, mengurangi tekanan psikologis dalam mempelajari materi yang sulit. Model ini menumbuhkan tanggung jawab, kerjasama, dan persaingan sehat antar peserta didik serta meningkatkan hasil belajar karena siswa belajar dalam kelompok berdasarkan tingkat kemampuan, kemudian berpartisipasi dalam turnamen yang berkontribusi pada skor kelompok. TGT juga

melatih keberanian berbicara dan membuat suasana kelas lebih hidup dan interaktif, serta mudah diterapkan di berbagai jenjang pendidikan termasuk MA/SMA.

Produk E-LKPD ini menyediakan halaman menu "Kegiatan Pembelajaran" sebagai halaman navigasi utama yang memuat penjelasan singkat tentang model TGT dan menampilkan 5 ikon interaktif yang mengarahkan pengguna ke setiap sintaks TGT. Dari halaman ini, pengguna dapat mengklik ikon yang diinginkan untuk langsung menuju ke tahapan pembelajaran yang spesifik.

Halaman pertama adalah "*Class Presentation*" yang diakses melalui menu navigasi "Kegiatan Pembelajaran" dengan mengklik ikon "*Class Presentation*". Halaman ini merupakan tahap awal pembelajaran dimana peserta didik mendapatkan penjelasan materi sintesis protein secara menyeluruh. Konten yang tersedia meliputi video pembelajaran yang di-embed dari *YouTube* berisi penjelasan visual tentang proses sintesis protein (transkripsi dan translasi) dengan durasi 8-12 menit. Materi teks disusun secara sistematis mencakup pengertian sintesis protein, tahapan transkripsi (inisiasi, elongasi, terminasi), tahapan translasi (inisiasi, elongasi, terminasi), perbedaan DNA dan RNA, serta tabel kodon genetik. Halaman ini juga dilengkapi dengan gambar dan animasi yang memperjelas konsep abstrak seperti struktur ribosom, tRNA, mRNA, serta tombol navigasi "*Next*" di bagian bawah halaman untuk melanjutkan ke tahap *Teams*. Fungsi halaman ini adalah memberikan pemahaman konseptual yang kuat kepada peserta didik sebelum masuk ke tahap diskusi kelompok dan permainan.

Halaman kedua adalah "*Teams*" yang diakses melalui menu navigasi "Kegiatan Pembelajaran" dengan mengklik ikon "*Teams*". Halaman ini

memfasilitasi pembelajaran kolaboratif dalam kelompok heterogen. Konten yang tersedia meliputi instruksi pembentukan kelompok yang berisi panduan pembagian kelompok heterogen (4-5 orang per kelompok), kriteria pembagian berdasarkan kemampuan akademik yang beragam, dan peran masing-masing anggota kelompok (ketua dan anggota). Halaman ini juga dilengkapi dengan tombol navigasi *Back* ke *Class Presentation* dan *Next* ke *Games*. Fungsi halaman ini adalah melatih kerjasama, komunikasi, dan pemecahan masalah secara kolaboratif, sekaligus memperdalam pemahaman materi melalui diskusi aktif antar teman sebaya.

Halaman ketiga adalah "*Games*" yang diakses melalui menu navigasi "Kegiatan Pembelajaran" dengan mengklik ikon "*Games*". Halaman ini merupakan lokasi utama penempatan *game wordwall* dalam E-LKPD dan menyediakan berbagai permainan edukatif interaktif berbasis *Platform wordwall* yang di-embed langsung ke dalam *Google Sites*. Konten yang tersedia meliputi instruksi permainan yang berisi penjelasan tujuan permainan (melatih pemahaman konsep dan kecepatan berpikir), cara bermain setiap jenis *game*, aturan skor dan waktu, serta panduan penggunaan *game* di berbagai perangkat. Halaman ini juga menyediakan koleksi *game wordwall* yang bervariasi (7 jenis *game*) yang di-embed dalam bentuk *iframe* interaktif. Fitur pendukung yang tersedia meliputi *leaderboard* yang menampilkan peringkat skor tertinggi (dapat memotivasi kompetisi sehat), tombol "Main Lagi"/"*Replay*" untuk mengulang permainan, skor dan statistik yang terekam otomatis oleh Wordwall, serta panduan bagi guru untuk memantau progres peserta didik. Tombol navigasi *Back* ke *Teams* dan *Next* ke *Tournament* juga tersedia. Fungsi halaman ini adalah sebagai latihan mandiri atau kelompok untuk

memperkuat pemahaman konsep, asesmen formatif untuk mengukur tingkat penguasaan materi, meningkatkan minat melalui gamifikasi, dan persiapan sebelum memasuki tahap *Tournament*. Catatan penting bahwa *game wordwall* di halaman ini bersifat latihan atau persiapan, sehingga peserta didik dapat mengulang berkali-kali tanpa tekanan kompetisi formal.

Halaman keempat adalah "*Tournament*" yang diakses melalui menu navigasi "Kegiatan Pembelajaran" dengan mengklik ikon "*Tournament*". Halaman ini merupakan lokasi kedua penempatan *game wordwall* dalam E-LKPD sebagai instrumen kompetisi resmi dan memfasilitasi kompetisi akademik antar peserta didik dalam meja turnamen. Konten yang tersedia meliputi instruksi turnamen yang berisi penjelasan konsep meja turnamen (3-4 peserta dengan kemampuan setara berkompetisi), cara pembagian meja berdasarkan hasil *pre-test* atau penilaian guru, sistem poin dimana pemain dengan skor tertinggi di meja mendapat poin maksimal untuk timnya (contoh: Juara 1 meja = 6 poin, Juara 2 = 4 poin, Juara 3 = 2 poin untuk kelompok asalnya), durasi setiap sesi turnamen (10-15 menit per putaran), dan aturan pergantian meja (jika ada putaran kedua/ketiga). *Game wordwall* Turnamen dapat berupa *game* yang sama dengan halaman *Games* atau level lebih tinggi yang di-*embed* langsung dalam halaman, dimana peserta didik bermain secara individual di meja turnamennya dan skor otomatis terekam oleh sistem *wordwall*. Tabel Skor Turnamen disediakan dalam bentuk *template* untuk mencatat hasil turnamen setiap meja dengan format: Nama Peserta, Kelompok Asal, Meja Turnamen, Skor, Poin untuk Kelompok. Tabel ini dapat berupa *Google Sheet embedded* yang dapat diisi guru secara real-time atau tabel statis yang dipandu guru

untuk pengisian manual. *Timer* atau *stopwatch* jika tersedia dapat digunakan untuk mengatur durasi permainan di setiap putaran dan memberikan batas waktu yang jelas untuk setiap sesi. Tombol navigasi *Back* ke *Games* dan *Next* ke *Team Recognition* juga tersedia. Fungsi halaman ini adalah sebagai kompetisi formal yang hasilnya berkontribusi pada skor kelompok, meningkatkan motivasi melalui kompetisi sehat dan kontribusi individu untuk tim, asesmen sumatif untuk mengukur penguasaan materi secara individual dalam konteks kompetitif, serta diferensiasi pembelajaran karena peserta didik berkompetisi dengan teman yang setara kemampuannya. Catatan penting bahwa berbeda dengan halaman *Games* yang bersifat latihan bebas, *Tournament* menggunakan *game wordwall* sebagai instrumen penilaian resmi yang skornya akan mempengaruhi penghargaan kelompok.

Halaman kelima adalah "*Team Recognition*" yang diakses melalui menu navigasi "Kegiatan Pembelajaran" dengan mengklik ikon "*Teams Recognition*". Halaman ini merupakan penutup dari siklus pembelajaran TGT yang memberikan apresiasi terhadap pencapaian kelompok. Sistem kategori penghargaan dengan kriteria tertentu seperti Super Team, Great Team, dan Good Team juga diterapkan. Galeri foto atau video dokumentasi secara opsional dapat memuat foto kegiatan pembelajaran selama proses TGT, *video highlight* momen turnamen, dan testimoni peserta didik. Ucapan selamat dan motivasi berisi pesan apresiasi untuk semua kelompok, motivasi untuk terus belajar dan berkembang, serta ajakan untuk merefleksikan proses pembelajaran. *Link* ke halaman refleksi berupa tombol yang mengarahkan peserta didik ke halaman "Refleksi" dan ajakan untuk mengisi *form*

refleksi diri juga tersedia. Tombol navigasi *Back* ke *Tournament*, *Next* ke Refleksi, dan *Home* ke halaman utama melengkapi halaman ini. Fungsi halaman ini adalah memberikan penghargaan dan apresiasi kepada semua kelompok atas usaha dan pencapaian mereka, meningkatkan motivasi intrinsik melalui pengakuan atas kerja keras, memperkuat *bonding* kelompok dan rasa bangga atas pencapaian bersama, serta memberikan *closure* yang positif dari proses pembelajaran.

6. Posisi dan Peran *Game wordwall* dalam E-LKPD

Produk E-LKPD, *game wordwall* ditempatkan pada dua halaman utama dengan fungsi yang berbeda. Pertama, halaman "*Games*" (Sintaks 3) yang diposisikan dalam navigasi Kegiatan Pembelajaran → *Games* berfungsi sebagai sarana latihan dan persiapan sebelum turnamen dengan karakteristik dimana peserta didik dapat bermain berkali-kali tanpa batasan, bersifat formatif (untuk belajar, bukan dinilai), dapat dimainkan secara individual atau berkelompok, dan fokus pada penguasaan materi dan identifikasi area yang masih lemah. Kedua, halaman "*Tournament*" (Sintaks 4) yang diposisikan dalam navigasi Kegiatan Pembelajaran → *Tournament* berfungsi sebagai instrumen kompetisi dan asesmen dengan karakteristik dimana *game* dimainkan satu kali dalam sesi turnamen resmi, bersifat sumatif (skor berkontribusi pada nilai kelompok), dimainkan secara individual dalam setting kompetitif (meja turnamen), dan fokus pada pengukuran pencapaian dan kontribusi pada tim.

Peran *game wordwall* dalam pembelajaran sangat signifikan. *Game* ini meningkatkan engagement melalui elemen gamifikasi (skor, *timer*, *leaderboard*) yang membuat pembelajaran lebih menarik dan interaktif. Sebagai instrumen

asesmen formatif dan sumatif, *game wordwall* di halaman *Games* berfungsi untuk asesmen formatif (latihan), sedangkan di halaman *Tournament* untuk asesmen sumatif (penilaian). Diferensiasi pembelajaran terwujud melalui berbagai jenis *game* (*quiz, match up, labelling, crossword*) yang mengakomodasi berbagai gaya belajar. *Instant feedback* memungkinkan peserta didik langsung mengetahui jawaban benar atau salah dan skor yang diperoleh. *Reinforcement* konsep terjadi melalui pengulangan permainan yang memperkuat retensi memori jangka panjang. Motivasi kompetitif juga terbangun melalui *leaderboard* dan sistem poin yang mendorong peserta didik untuk meningkatkan performa.

7. Fitur Interaktif Pendukung

Selain *game wordwall*, E-LKPD dilengkapi dengan berbagai fitur interaktif pendukung. Navigasi hierarkis menyediakan menu utama di *sidebar* (Home, Kata Pengantar, Petunjuk Penggunaan, dll.), sub-menu di bawah "Kegiatan Pembelajaran" (*Class Presentation, Teams, Games, Tournament, Team Recognition*), dan tombol navigasi *Next/Back* di setiap halaman pembelajaran. *Search function* tersedia di bagian atas halaman untuk menemukan konten spesifik. Ikon visual interaktif di halaman "Kegiatan Pembelajaran" menampilkan 5 ikon berwarna yang dapat diklik untuk langsung menuju setiap sintaks TGT. Multimedia *embedded* mencakup video pembelajaran dari *YouTube*, audio narasi (jika tersedia), *game wordwall*, *Google Form* untuk refleksi dan pengumpulan tugas. Responsive design memastikan tampilan otomatis menyesuaikan dengan ukuran layar perangkat (*PC, tablet, smartphone*). Petunjuk penggunaan terpisah menyediakan

panduan khusus untuk pengguna PC dan smartphone, memastikan semua pengguna dapat mengoperasikan E-LKPD dengan optimal.

8. Fleksibilitas dan Aksesibilitas

Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) berbasis *Google Sites* ini dirancang untuk mendukung berbagai mode pembelajaran dengan fleksibilitas dan aksesibilitas yang tinggi. Pembelajaran sinkron memungkinkan E-LKPD digunakan di kelas dengan bimbingan guru secara langsung. Pembelajaran asinkron memfasilitasi peserta didik untuk mengakses dan belajar mandiri di rumah kapan saja. *Blended learning* mengkombinasikan pembelajaran tatap muka dan *online* secara optimal. Kompatibilitas universal memastikan E-LKPD dapat diakses melalui *smartphone (Android/iOS)*, *tablet*, *laptop*, dan PC tanpa memerlukan instalasi aplikasi khusus, cukup browser (*Chrome, Firefox, Safari, Edge*). Namun perlu dicatat bahwa E-LKPD memerlukan koneksi internet untuk mengakses dan tidak dapat digunakan secara *offline*.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Penelitian ini menghasilkan E-LKPD berbantuan *game wordwall* pada materi sintesis protein untuk peserta didik kelas XI yang valid dan praktis. Produk ini memperoleh nilai validitas sebesar 95,35% dari dua dosen dan satu guru, meliputi aspek kelayakan isi, kebahasaan, penyajian, kegrafikaan, dan rekayasa perangkat lunak. Uji praktikalitas menunjukkan nilai 94,% dari guru dan 88,10% dari peserta didik, keduanya dalam kategori praktis. E-LKPD dirancang menggunakan model pembelajaran Teams *Games Tournament* dan *Platform Google Sites* dengan tujuh jenis permainan *Wordwall* serta dilengkapi video animasi dan gambar berkualitas tinggi. Penggunaan multimedia dan permainan interaktif dalam E-LKPD membantu peserta didik memahami materi sintesis protein yang bersifat abstrak dengan cara yang menarik dan menyenangkan. E-LKPD ini layak digunakan sebagai bahan ajar digital untuk mengatasi keterbatasan media cetak dan mendukung pembelajaran biologi yang sesuai dengan kebutuhan peserta didik di era digital.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka penulis menyarankan beberapa hal sebagai berikut.

1. E-LKPD berbantuan *game wordwall* dapat digunakan sebagai alternatif bahan ajar oleh guru dan peserta didik untuk mendukung pembelajaran biologi yang aktif dan mandiri.

2. Hasil penelitian ini diharapkan dapat mendorong peneliti lain untuk mengembangkan bahan ajar digital berbasis model pembelajaran inovatif, khususnya yang sesuai dengan tuntutan Kurikulum Merdeka.
3. Peneliti selanjutnya disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan berupa uji efektivitas guna mengetahui pengaruh penggunaan E-LKPD berbantuan *game wordwall* terhadap hasil belajar dan keterampilan berpikir peserta didik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adeliyanti, S., Hobri, H., & Suharto, S. (2018). Pengembangan E-Comic Matematika Berbasis Teknologi Sebagai Suplemen Pembelajaran Pada Aplikasi Fungsi Kuadrat. *Kadikma*, 9(1), 123-130. <https://kadikma.jurnal.unej.ac.id/index.php/kadikma/article/view/8425>
- Agnafia, D. N. (2019). Analisis kemampuan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran biologi. *Florea: Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 6(1), 45-53. <https://doi.org/10.25273/florea.v6i1.4369>
- Alberts, B., Bray, D., Hopkin, K., Johnson, A. D., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2015). *Essential cell biology*. Garland Science.
- Ames, C., & Archer, J. (1988). Achievement goals in the classroom: Students' learning strategies and motivation processes. *Journal of Educational Psychology*, 80(3), 260-267.
- Amril, A., Darniyanti, Y., & Sapitri, D. R. (2023). Pengembangan Media Pembelajaran Menggunakan Wordwall Pada Mata Pelajaran Ipa Kelas V Sekolah Dasar. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 3(3), 9593-9607.
- Apreasta, L., Amril, A., & Yanti, U. D. (2023). Pengembangan E-LKPD Berbantu Situs Word Wall Pada Pembelajaran Bahasa Indonesia Tema 8 Subtema 2 Di Kelas Iii Sdn 146/Viii Rejosari Kabupaten Tebo. *Consilium: Education And Counseling Journal*, 3(1), 253-262. <https://unars.ac.id/ojs/index.php/consilium/article/view/3250>
- Apriyani, L., Nurlaelah, I., & Setiawati, I. (2017). Penerapan model PBL untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis ditinjau dari kemampuan akademik siswa pada materi biologi. *Quagga: Jurnal Pendidikan dan Biologi*, 9(01), 41-54. <https://journal.uniku.ac.id/index.php/quagga/article/view/509>
- Apriyeni, O., Syamsurizal, S., Alberida, H., & Rahmi, Y. L. (2021). Booklet pada materi bakteri untuk peserta didik kelas X SMA. *Jurnal Edutech Undiksha*, 9(1), 8-13. <https://doi.org/10.23887/jeu.v9i1.33805>
- Aryani, D., Patiro, S. P. S., & Putra, S. D. (2021). Pelatihan Aplikasi Game Edukasi Kahoot Untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa Di Era Pandemi Covid 19. *Terang*, 4(1), 116-124. <https://jurnalitpln.id/terang/article/view/1449>
- Astuti, R., & Kristin, F. (2017). Penerapan model pembelajaran Teams Games Tournament untuk meningkatkan keaktifan dan hasil belajar IPA. *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*, 1(3), 155-162.

- Awe, E. Y., & Ende, M. I. (2019). Pengembangan lembar kerja siswa elektronik bermuatan multimedia untuk meningkatkan kemampuan kognitif siswa pada tema daerah tempat tinggalku pada siswa kelas IV SDI Rutosoro di Kabupaten Ngada. *Jurnal DIDIKA: Wahana Ilmiah Pendidikan Dasar*, 5(2), 48-61. <https://doi.org/10.29408/didika.v5i2.1782>
- Azizah, Aima, Z., & Ramadoni. (2023). Inovasi E-LKPD Berbasis Project Based Learning (PjBL) Berbantuan Aplikasi Liveworksheet Pada Materi Fungsi Kuadrat di SMAN 15 Padang. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(3), 21567–21576. <https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/9932>
- Black, P., & Wiliam, D. (2018). Classroom assessment and pedagogy. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 25(6), 551-575.
- Bland, T., Guo, M., & Dousay, T. A. (2024). Multimedia design for learner interest and achievement: a visual guide to pharmacology. *BMC Medical Education*, 24(1), 113.
- Bongard, J., & Levin, M. (2021). Living things are not (20th century) machines: Updating mechanism metaphors in light of the modern science of machine behavior. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9, 650726.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (Eds.). (2000). *How people learn: Brain, mind, experience, and school* (Expanded ed.). National Academy Press.
- Brom, C., Stárková, T., & D'Mello, S. K. (2018). How effective is emotional design? A meta-analysis on facial anthropomorphisms and pleasant colors during multimedia learning. *Educational Research Review*, 25, 100–119.
- Brown, A., & Green, T. D. (2016). *The essentials of instructional design: Connecting fundamental principles with process and practice* (3rd ed.). Routledge.
- Chavez, O. J., & Palaoag, T. (2024). AI-driven mobile application: unraveling students' motivational feature preferences for reading comprehension. *Journal of Research in Innovative Teaching & Learning*, 17(2), 226-242. <https://doi.org/10.1108/JRIT-02-2024-0045>
- Chu, Y. C., & Reid, N. (2012). Genetics at school level: Addressing the difficulties. *Research in Science & Technological Education*, 30(3), 285-309.
- Cooper, G. M., & Hausman, R. E. (2009). *The cell: A molecular approach* (6th ed.). Sinauer Associates.
- Crompton, H., & Burke, D. (2018). The use of mobile learning in higher education: A systematic review. *Computers & Education*, 123, 53-64.

- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The "what" and "why" of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227-268.
- Depdiknas. (2008). Panduan Pengembangan Bahan Ajar. Jakarta: Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar Dan Menengah.
- Dianti, P. E., Oktaviani, R. T., & Amalia, S. N. (2024). Pengembangan E-LKPD Berbasis *Wordwall Web* Pada Materi Bentuk Indonesiaku Siswa Kelas V SDN Sentul 04 Kota Blitar. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 9(04), 195-207. <https://journal.unpas.ac.id/index.php/pendas/article/view/17404>
- Dicheva, D., Dichev, C., Agre, G., & Angelova, G. (2015). Gamification in education: A systematic mapping study. *Educational Technology & Society*, 18(3), 75-88.
- Dikmenli, M. (2010). Misconceptions of cell division held by student teachers in biology: A drawing analysis. *Scientific Research and Essays*, 5(2), 235-247.
- Doung-In, S. (2017). Flip your classroom: Reach every student in every class every day. *Walailak Journal of Learning Innovations*, 3(2), 71-78.
- Duncan, R. G., & Reiser, B. J. (2007). Reasoning across ontologically distinct levels: Students' understandings of molecular genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(7), 938-959.
- Faatin, N. A., & Rusnilawati, R. (2022). Pengembangan media digital wordwall ditinjau dari kemampuan berfikir tingkat tinggi materi operasi bilangan kelas VI. *Kwangsan: Jurnal Teknologi Pendidikan*, 10(2), 221-238.
- Fadilah, A., Nurzakiah, K. R., Kanya, N. A., Hidayat, S. P., & Setiawan, U. (2023). Pengertian media, tujuan, fungsi, manfaat dan urgensi media pembelajaran. *Journal of Student Research*, 1(2), 01-17. <https://ejurnal.stie-trianandra.ac.id/index.php/jsr/article/view/938>
- Fitri, S. G. S., Pramesty, P. D., Mulyati, E., Kholisoh, K., & Hajali, S. H. (2025). Analysis of the Effect of Team Games Tournament (TGT) Type-Cooperative Learning Model on Students' Interest and Learning Outcomes on the Concept of Viruses and Their Role in Life. *Jurnal Pendidikan Abad Ke-21*, 3(1), 30-36.
- Fitriyeni, F. (2023). Pengembangan LKPD digital berbasis etnosains melayu Riau pada muatan IPA sekolah dasar. *Jurnal Basicedu*, 7(1), 441-451. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v7i1.4399>

- Flores, F., Tovar, M. E., & Gallegos, L. (2003). Representation of the cell and its processes in high school students: An integrated view. *International Journal of Science Education*, 25(2), 269-286.
- Griffiths, A. J. F., Wessler, S. R., Carroll, S. B., & Doebley, J. (2015). *Introduction to genetic analysis* (11th ed.). W. H. Freeman.
- Hafsah, D. S., Aznam, N., & Rohaeti, E. (2024). The development of electronic student worksheets based on problem-based learning and its impact on motivation and problem-solving skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(9), 6984-6992. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i9.8873>
- Handayani, E. S., & Subakti, H. (2021). Analisis Penggunaan Media Realia Melalui Pembelajaran Online di Sekolah Dasar. *Jurnal basicedu*, 5(2), 772-783. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i2.810>
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81-112.
- Hidayah, A. N., Winingsih, P. H., Amalia, A. F., & Fisika, D. (2020). Development of physics E-LKPD (*electronic* worksheets) using 3d pageflip based on problem based learning on balancing and rotation dynamics. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika-COMPTON*, 7(2), 36-43. <https://doi.org/10.30738/cjipf.v7i2.9091>
- Hisbiyah, N. A., & Qomariyah, N. (2024). Pengembangan E-LKPD berbasis literasi sains untuk melatih keterampilan berpikir kritis pada materi sistem pencernaan manusia. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 13(2), 914-924.
- Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., & Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist*, 42(2), 99-107.
- Höst, G. E., Larsson, C., Olson, A., & Tibell, L. A. (2013). Student learning about biomolecular self-assembly using two different external representations. *CBE—Life Sciences Education*, 12(3), 471-482.
- Huang, W. H., Huang, W. Y., & Tschopp, J. (2010). Sustaining iterative *game* playing processes in DGBL: The relationship between motivational processing and outcome processing. *Computers & Education*, 55(2), 789-797.
- Hurit, R. U., Ahmala, M., Tahrim, T., Suwarno, Chasanah, U., Rispatiningsih, D. M., dan Putri, R. (2021). *Belajar dan Pembelajaran*: CV. Media Sains Indonesia.

- Hwang, G. J., & Tsai, C. C. (2011). Research trends in mobile and ubiquitous learning: A review of publications in selected journals from 2001 to 2010. *British Journal of Educational Technology*, 42(4), E65-E70.
- Hwang, G. J., Hsu, T. C., & Lai, C. L. (2020). Seamless flipped learning: A mobile technology-enhanced flipped classroom with effective learning strategies. *Journal of Computers in Education*, 7(4), 449-473.
- Ibáñez, M. B., Di Serio, Á., Villarán, D., & Delgado Kloos, C. (2014). Experimenting with electromagnetism using augmented reality: Impact on flow student experience and educational effectiveness. *Computers & Education*, 71, 1-13.
- Imanulhaq, R., & Prastowo, A. (2022). Edugame wordwall: Inovasi Pembelajaran Matematika di Madrasah Ibtidaiyah. *PEDAGOGOS: Jurnal Pendidikan*, 4(1), 33-41. <https://jurnal.stkipbima.ac.id/index.php/gg/article/view/639>
- Intika, T. (2018). Pengembangan media booklet science for kids sebagai sumber belajar di sekolah dasar. *Jurnal Riset Pendidikan Dasar*, 1(1), 10-17. <https://doi.org/10.26618/jrpd.v1i1.1234>
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2009). An educational psychology success story: Social interdependence theory and cooperative learning. *Educational Researcher*, 38(5), 365-379.
- Karo-Karo, I. R., & Rohani, R. (2018). Manfaat media dalam pembelajaran. *Axiom: jurnal pendidikan dan matematika*, 7(1), 91-96. <http://dx.doi.org/10.30821/axiom.v7i1.1778>
- Karpicke, J. D., & Blunt, J. R. (2011). Retrieval practice produces more learning than elaborative studying with concept mapping. *Science*, 331(6018), 772-775.
- Khairati, I., Lufri, L., Ardi, A., & Alberida, H. (2022). Analisis Kebutuhan Peserta Didik terhadap Lembar Kerja Berbasis Problem Based Learning pada Materi Perubahan Lingkungan di SMA Negeri 5 Padang. *Journal on Teacher Education*, 4(1), 513-520. <https://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/jote/article/view/6020>
- Kholifahtus, Y. F., Agustiningsih, A., & Wardoyo, A. A. (2021). Pengembangan lembar kerja peserta didik elektronik (E-LKPD) berbasis higher order thinking skill (HOTS). *EduStream: Jurnal Pendidikan Dasar*, 5(2), 143-151. <https://doi.org/10.26740/eds.v5n2.p143-151>
- Koehler, M., Mishra, P., & Cain, W. (2013). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? *Journal of Education*, 193(3), 13-19.

- Kristyowati, R. (2018). Lembar Kerja peserta didik (LKPD) IPA sekolah dasar berorientasi lingkungan. In *Prosiding Seminar Dan Diskusi Nasional Pendidikan Dasar* (Vol. 284).
- Lathifah, M. F., Hidayati, B. N., & Zulandri, Z. (2021). Efektifitas LKPD elektronik sebagai media pembelajaran pada masa pandemi covid-19 untuk guru di YPI Bidayatul Hidayah Ampenan. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 4(2), 25-30. <https://jppipa.unram.ac.id/index.php/jpmmpi/article/view/668>
- Latifah, U., & Damayanti, M. I. (2022). Pengembangan alat evaluasi pembelajaran menggunakan *Platform wordwall. net* untuk siswa kelas ii sekolah dasar. *Jpgsd*, 10(6), 1415-1424. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-penelitian-pgsd/article/view/47490>
- Lestari, D. I., Oetomo, D., & Karyanto, P. (2023). The Implementation of the Teams *Game Tournament* (TGT) Model to Increase Biology Learning Activeness. *Bioedukasi: Jurnal Pendidikan Biologi*, 16(1), 22-28.
- Lestari, I. D., & Putra, B. P. (2020). Wordwall: Media pembelajaran interaktif pada pembelajaran daring di masa pandemi Covid-19. *Jurnal Inovasi Pembelajaran*, 6(2), 223-234.
- Lestari, R. D. (2021). Upaya Meningkatkan Motivasi Belajar Peserta Didik Dalam Pembelajaran Daring Melalui Media *Game Edukasi Wordwall* di Kelas IV Sdn 01 Tanahbaya Tahun Pelajaran 2020/2021. *Jurnal Ilmiah Profesi Guru (JIPG)*, 2(2), 111-116. <https://doi.org/10.30738/jipg.vol2.no2.a11309>
- Lewis, J., Leach, J., & Wood-Robinson, C. (2000). All in the genes? Young people's understanding of the nature of genes. *Journal of Biological Education*, 34(2), 74-79.
- Liantri, I., Ramadani, S. D., & Anggraini, W. (2024). The effect of teams *Games Tournament* assisted by Quizizz paper mode on motivation and biology learning outcomes. *BIO-INOVED: Jurnal Biologi-Inovasi Pendidikan*, 6(3), 266-277.
- Lodish, H., Berk, A., Kaiser, C. A., Krieger, M., Bretscher, A., Ploegh, H., ... & Martin, K. C. (2016). *Molecular cell biology* (8th ed.). W. H. Freeman.
- Mahardi, I. P. Y. S., Murda, I. N., & Astawan, I. G. (2019). Model pembelajaran teams *Games Tournament* berbasis kearifan lokal trikaya parisudha terhadap pendidikan karakter gotong royong dan hasil belajar IPA. *Jurnal Pendidikan Multikultural Indonesia*, 2(2), 98-109.
- Mahardika, H. C., Ismawati, R., & Rahayu, R. (2022). Penerapan LKPD berbantuan simulasi PhET untuk meningkatkan motivasi dan hasil belajar kognitif IPA peserta didik SMP. *Edu Sains: Jurnal Pendidikan Sains dan Matematika*, 10(1), 61-70. <https://doi.org/10.23971/eds.v10i1.3170>

- Maiti, M., & Priyaadharshini, M. (2023). Design and evaluation of a revised ARCS motivational model for online classes in higher education. *Heliyon*, 9(12). [https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440\(23\)09937-1?uuid=uuid%3A5537d2f7-465a-45da-ba0a-235f0be6cc46](https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440(23)09937-1?uuid=uuid%3A5537d2f7-465a-45da-ba0a-235f0be6cc46)
- Marbach-Ad, G., & Stavy, R. (2000). Students' cellular and molecular explanations of genetic phenomena. *Journal of Biological Education*, 34(4), 200-205.
- Marhaeni, N. H., Fitri, I. A., & Fariha, N. F. (2023). Pelatihan pembuatan *game* edukasi wordwall bagi guru sma dharma amiluhur yogyakarta. *Dinamisia: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 7(4), 988-997. <https://doi.org/10.31849/dinamisia.v7i4.14772>
- Masruah, G. D., Rusdianto, R., & Wahyuni, S. (2022). Pengembangan e-LKPD berbasis inkuiri terbimbing untuk meningkatkan keterampilan proses sains siswa SMP. *SAP (Susunan Artikel Pendidikan)*, 7(1), 169-177. <https://doi.org/10.30998/sap.v7i1.12935>
- Masveta, D., & Manyangara, M. E. (2025). The UX-UI continuum: Exploring the interplay between user experience and user interface in e-learning Platforms. *Cogent Education*, 12(1), Article 2536531.
- Mayer, R. E. (2014). *The Cambridge handbook of multimedia learning* (2nd ed.). Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2024). The past, present, and future of the cognitive theory of multimedia learning. *Educational Psychology Review*, 36(1), Article 15.
- McClellan, P., Johnson, C., Rogers, R., Daniels, L., Reber, J., Slator, B. M., ... & White, A. (2005). Molecular and cellular biology animations: Development and impact on student learning. *Cell Biology Education*, 4(2), 169-179.
- Merchant, Z., Goetz, E. T., Cifuentes, L., Keeney-Kennicutt, W., & Davis, T. J. (2014). Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis. *Computers & Education*, 70, 29-40.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Mispa, R., Putra, A. P., & Zaini, M. (2022). Penggunaan E-LKPD berbasis live worksheet pada konsep protista terhadap hasil belajar peserta didik kelas x sman 7 Banjarmasin. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 3(1), 1-12. [10.36418/japendi.v3i1.478](https://doi.org/10.36418/japendi.v3i1.478)
- Nasar, A., & Kaleka, M. B. U. (2019). Effectiveness of Experimental Laboratory Methods on Understanding the Concept of Light , Science Processes Skills , And Scientific Attitudes of Students. *Jurnal Pendidikan Fisika Universitas*

- Muhammadiyah Makassar, 7(3), 262–270.
<https://doi.org/10.26618/jpf.v7i3.2333>
- Newman, D. L., Snyder, C. W., Fisk, J. N., & Wright, L. K. (2016). Development of the central dogma concept inventory (CDCI) assessment tool. *CBE—Life Sciences Education*, 15(2), ar9. <https://doi.org/10.1187/cbe.15-06-0124>
- Ningrum, P. C., Novita, L., & Safitri, N. (2024). Pengembangan Lkpd Digital Menggunakan *Wordwall* Pada Subtema Kekayaan Sumber Energi Di Indonesia. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 9(3), 456-468.
<https://journal.unpas.ac.id/index.php/pendas/article/view/17817>
- Nisa, M. A., & Susanto, R. (2022). Pengaruh penggunaan *game* edukasi berbasis wordwall dalam pembelajaran matematika terhadap motivasi belajar. *JPGI (Jurnal Penelitian Guru Indonesia)*, 7(1), 140-147.
<https://doi.org/10.29210/022035jpgi0005>
- Novita, I., & Qomariyah, N. (2025). Validitas E-LKPD berbasis literasi sains untuk melatih keterampilan berpikir kritis pada materi sistem pencernaan manusia. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 14(1), 126–135.
- Nurani, F., & Hidayati, N. (2024). *Potensi Pengembangan Materi Modul Sains-Biologi Berbasis Scientific untuk Kelas VIII: Gambaran Umum dari Perspektif Siswa dan Guru*. *Biology and Education Journal*, 4(2), 129–140
- Nurrita, T. (2018). Pengembangan media pembelajaran untuk meningkatkan hasil belajar siswa. *MISYKAT: Jurnal Ilmu-ilmu Al-Quran Hadits Syari'ah dan Tarbiyah*, 3(1), 171-210.
<https://ejurnal.iiq.ac.id/index.php/misykat/article/view/2229>
- Octiana, N., Syamsurizal, S., Darussyamsu, R., dan Yogica, R. (2020). Validity of Booklet on Pattern of Inheritance in the Law of the Minister as a Genetic Learning Suplement in High School. *Jurnal Atrium Pendidikan Biologi*, 5(3), 1-7.
- Olisna, O., Zannah, M., Sukma, A., & Aeni, A. N. (2022). Pengembangan *Game* Interaktif Wordwall untuk Meningkatkan Akhlak Terpuji Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 6(3), 4133-4143.
<https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i3.2737>
- Ozkan, O., Tekkaya, C., & Geban, O. (2004). Facilitating conceptual change in students' understanding of ecological concepts. *Journal of Science Education and Technology*, 13(1), 95-105.
- Paivio, A. (2013). Dual coding theory, word abstractness, and emotion: A critical review of Kousta *et al.* (2011). *Journal of Experimental Psychology: General*, 142(1), 282-287.

- Pakpahan, M., Amruddin, Sihombing, R. M., Siagian, V., Kuswandi, S., Arifin, R., Mukhoirotin, Karwanto, Tasrim, I. W., Kato, I., Subakti, H., & Aswan, N. (2022). *Metodologi Penelitian*. Medan: Yayasan Kita Menulis.
- Paloloang, M. F. B., Juandi, D., Tamur, M., Paloloang, B., & Adem, A. M. G. (2020). Meta analisis: Pengaruh problem-based learning terhadap kemampuan literasi matematis siswa di Indonesia tujuh tahun terakhir. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 9(4), 851-864.
- Pandiangan, V. S., Hamid, K. A., & Tanjung, S. (2025, May). Development of STEAM-Based Electronic Student Worksheets (E-LKPD) for Science Learning. In *International Conference on Intelligent Technology for Educational Applications* (pp. 275-285). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Pikoli, M. N., Katili, A. S., & Hermawan, H. (2025). Validitas E-LKPD berbasis pendekatan socio-scientific issues pada materi perubahan lingkungan di kelas X SMA Negeri 4 Gorontalo. *BIODIK: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*, 11(2), 444-454.
- Prastika, Y., & Masniladevi, M. (2021). Pengembangan E-LKPD interaktif segi banyak beraturan dan tidak beraturan berbasis liveworksheets terhadap hasil belajar peserta didik kelas IV sekolah dasar. *Journal of Basic Education Studies*, 4(1), 2601-2614. <https://ejurnalunsam.id/index.php/jbes/article/view/3817>
- Pratiwi, D. E., Rasmani, U. E. E., & Abidah, A. (2022). Efektivitas penggunaan aplikasi Wordwall dalam meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa pada pembelajaran biologi. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 13(1), 67-75.
- Priyadarshini, C. (2024). The UX-UI continuum: Exploring the interplay between user experience and user interface in e-learning Platforms. *Cogent Education*, 12(1), Article 2536531.
- Puentedura, R. R. (2013). *SAMR: Moving from enhancement to transformation*. Retrieved from
- Purnamasari, S., Rahmanita, F., Soffiatun, S., Kurniawan, W., & Afriliani, F. (2022). Bermain bersama pengetahuan peserta didik melalui media pembelajaran berbasis game online word wall. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(1), 70-77. <https://openjournal.unpam.ac.id/index.php/JAL/article/view/17052>
- Purwanto, N. (2009). *Prinsip-Prinsip dan Teknik Evaluasi Pengajaran*. Bandung: Remaja Rosdakarya
- Puspita, V., & Dewi, I. P. (2021). Efektifitas E-LKPD berbasis Pendekatan Investigasi terhadap Kemampuan Berfikir Kritis Peserta didik Sekolah

- Dasar. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(1), 86–96.
<https://doi.org/10.31004/cendekia.v5i1.456>
- Puspitasari, A. D., Santoso, L. M., & Hamdu, G. (2020). Analisis kebutuhan pengembangan E-LKPD berbasis STEM untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 6(2), 214-219.
- Putra, D. R., & Nugroho, M. A. (2016). Pengembangan *game* edukatif berbasis android sebagai media pembelajaran akuntansi pada materi jurnal penyesuaian perusahaan jasa. *Jurnal Pendidikan Akuntansi Indonesia*, 14(1), 25-34.
- Putra, S. D., Aryani, D., & Ariessanti, H. D. (2021). Pemanfaatan Aplikasi Gamifikasi Wordwall Di Era Pandemi Covid-19 Untuk Meningkatkan Proses Pembelajaran Daring. *Terang*, 4(1), 83-90.
- Putra, W. P., Gunamantha, I. M., & Sudiana, I. N. (2023). Pengembangan E-LKPD HOTS dalam meningkatkan berpikir kritis pada pembelajaran IPA SD. *PENDASI Jurnal Pendidikan Dasar Indonesia*, 7(1), 169-180.
https://doi.org/10.23887/jurnal_pendas.v7i1.2177
- Putri, R. M. R., Sudarno, S., & Octoria, D. (2024). Pengaruh Model Problem Based Learning dan Discovery Learning dengan Media Wordwall terhadap Keterampilan Berpikir Kritis (Studi Eksperimen pada Siswa Kelas XI SMA Negeri 7 Surakarta Jurusan Ilmu Pengetahuan Sosial Tahun Ajaran 2023/2024). *Journal on Education*, 6(2), 12302-12313
<https://doi.org/10.31004/joe.v6i2.5075>
- Putri, R. M. R., Sudarno, S., & Octoria, D. (2024). Pengaruh Model Problem Based Learning dan Discovery Learning dengan Media Wordwall terhadap Keterampilan Berpikir Kritis (Studi Eksperimen pada Siswa Kelas XI SMA Negeri 7 Surakarta Jurusan Ilmu Pengetahuan Sosial Tahun Ajaran 2023/2024). *Journal on Education*, 6(2), 12302-12313
<https://doi.org/10.31004/joe.v6i2.5075>
- Rahayu, S., Ladamay, I., Ulfatin, N., Kumala, F. N., & Watora, S. A. (2021). Pengembangan Lkpd Elektronik Pembelajaran Tematik Berbasis High Order Thinking Skill (Hots). *EduHumaniora | Jurnal Pendidikan Dasar Kampus Cibiru*, 13(2), 112–118. <https://doi.org/10.17509/eh.v13i2.36284>
- Rahmawati, C., & Zulfadewina. (2024). Pengembangan E-LKPD Menggunakan Web *Wordwall* Pada Pembelajaran IPA Dalam Materi Sistem Pencernaan Manusia Di Kelas V SDN Perwira III. *Jurnal Manajemen Pendidikan Dan Ilmu Sosial (JMPIS)*, 5(5), 1709-1720.
<https://dinastirev.org/JMPIS/article/view/2484>
- Rahmawati, L. H., & Wulandari, S. S. (2020). Pengembangan lembar kegiatan peserta didik (LKPD) berbasis scientific approach pada mata pelajaran administrasi umum semester genap kelas X OTKP di SMK Negeri 1

- Jombang. *Jurnal Pendidikan Administrasi Perkantoran (JPAP)*, 8(3), 504-515. <https://doi.org/10.26740/jpap.v8n3.p504-515>
- Rahmi, Hamdunah, & Yunita, A. (2025). Pengembangan E-LKPD berbasis Problem Based Learning yang valid dan praktis pada elemen analisis data dan peluang. *LEMMA: Letters of Mathematics Education*, 11(2), 161–178.
- Riduwan. (2013). Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian. Bandung: Alfabeta.
- Ristiyani, D., & Yulianti, D. (2014). Pengembangan LKS fisika materi pemantulan dan pembiasan cahaya terintegrasi karakter dengan pendekatan saintifik. *UPEJ Unnes Physics Education Journal*, 3(3). 54-62
<https://journal.unnes.ac.id/sju/upej/article/view/4321>
- Roediger, H. L., & Karpicke, J. D. (2006). The power of testing memory: Basic research and implications for educational practice. *Perspectives on Psychological Science*, 1(3), 181-210.
- Roseth, C. J., Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2008). Promoting early adolescents' achievement and peer relationships: The effects of cooperative, competitive, and individualistic goal structures. *Psychological Bulletin*, 134(2), 223-246.
- Rostika, N., Abidin, Y., & Kurniawan, D. T. (2025). Usability analysis of digital learning media based on Google Sites using the SUS scale. *Journal of Basic Education Research*, 6(3), 481–487. <https://doi.org/10.37251/jber.v6i3.1860>
- Rotbain, Y., Marbach-Ad, G., & Stavy, R. (2006). Effect of bead and illustrations models on high school students' achievement in molecular genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(5), 500-529.
- Rusydiyah, E. F. (2020). Media Pembelajaran Problem Based Learning: UIN Sunan Ampel Press Surabaya. ISBN 978-602-332-115-5
- Rutten, N., van Joolingen, W. R., & van der Veen, J. T. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. *Computers & Education*, 58(1), 136-153.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 54-67.
- Sadjati, I. M., Limbong, A. M., & Suciati. (2023). Persepsi mahasiswa terhadap pemanfaatan bahan ajar digital interaktif dalam pembelajaran di Universitas Terbuka. *Jurnal Pendidikan Terbuka dan Jarak Jauh*, 24(1), 27–37.
- Sailer, M., & Homner, L. (2020). The gamification of learning: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 32(1), 77-112.

- Saputri, D. D., Fatih, M., & Alfi, C. (2023). Pengembangan Soal Evaluasi melalui *Game wordwall* untuk Meningkatkan Disiplin dan Tanggung Jawab Peserta didik. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 5(2), 1288–1300. <https://edukatif.org/index.php/edukatif/article/view/5054>
- Sari, P. M., & Yarza, H. N. (2021). Pelatihan penggunaan aplikasi Quizizz dan Wordwall pada pembelajaran IPA bagi guru-guru SDIT Al-Kahfi. *Selaparang*, 4(2), 195-199. <https://journal.ummat.ac.id/index.php/jpmb/article/view/4112>
- Sari, R. N., Nazmi, R., & Zulfa, Z. (2021). Pengaruh *game word wall* terhadap hasil belajar sejarah kelas x mipa sma 2 lubuk basung. *Puteri Hijau: Jurnal Pendidikan Sejarah*, 6(2), 76-83.
- Schneiderhan-Opel, J., & Bogner, F. X. (2020). How fascination for biology is associated with students' learning in a biodiversity citizen science project. *Studies in Educational Evaluation*, 66, 100892.
- Schönborn, K. J., & Anderson, T. R. (2009). A model of factors determining students' ability to interpret external representations in biochemistry. *International Journal of Science Education*, 31(2), 193-232.
- Septarini, T. A., Fatih, M., & Alfi, C. (2024). Pengembangan E-LKPD Berbantuan *Wordwall* Materi Perubahan Wujud Benda Meningkatkan Literasi Sains Siswa SD. *Jurnal Educatio FKIP UNMA*, 10(3), 983-988. <https://doi.org/10.31949/educatio.v10i3.9469>
- Skulmowski, A., & Xu, K. M. (2022). Understanding cognitive load in digital and online learning: A new perspective on extraneous cognitive load. *Educational psychology review*, 34(1), 171-196.
- Slavin, R. E. (2014). Cooperative learning and academic achievement: Why does groupwork work? *Anales de Psicología*, 30(3), 785-791.
- Slavin, R. E. (2015). *Cooperative learning: Theory, research, and practice* (2nd ed.). Pearson Education.
- Sriyulianingsih, Fahrurrozzi, & Utami, N. C. M. (2023). Analisis kebutuhan pengembangan bahan ajar menulis teks deskripsi di sekolah dasar. *Jurnal Elementaria Edukasia*, 6(2), 360–373. <https://doi.org/10.31949/jee.v6i2.5329>
- Subakti, D. P. (2021). *Pengembangan E-LKPD Berkarakteristik budaya jambi menggunakan model Discovery Learning berbasis STEM untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif matematis* (Doctoral dissertation, Magister Pendidikan Matematika). <https://repository.unja.ac.id/21822/>

- Sudrajat, A. K., Ristanto, R. H., Ichsan, I. Z., & Deta, U. A. (2025). Biology teachers' preferences and key factors in adopting learning technologies. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 11(1), 37-48
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif dan R&D*: Alfabeta.
- Sukorini, P. A., & Purnomo, T. (2019). Kelayakan Dan Kepraktisan Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD) Berbasis Problem Based Learning (Pbl) Untuk Melatihkan Keterampilan Penyelesaian Masalah Pada Submateri Daur Ulang Limbah Peserta Didik Kelas X SMA. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 8(1), 63–69. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/bioedu/article/view/28785>
- Sulistiyorini, S., & Harmanto, Z. A. (2018). Pengembangan lembar kerja peserta didik (LKPD) tematik terpadu mengintegrasikan penguatan pendidikan karakter (PPK) dan literasi siswa SD Di Kota Semarang. *Jurnal Kreatif: Jurnal Kependidikan Dasar*, 9(1), 21-30. <https://journal.unnes.ac.id/nju/kreatif/article/view/16503>
- Sumiharsono, R., & Hasanah, H. (2017). *Media pembelajaran: buku bacaan wajib dosen, guru dan calon pendidik*. Jawa Timur: Pustaka Abadi.
- Syah, R. F., Rusimamto, P. W., Sumbawati, M. S., & Rijanto, T. (2024). Efektivitas media pembelajaran berbasis *Google Sites* terhadap hasil belajar siswa pada mata pelajaran Instalasi Tenaga Listrik di SMKN 7 Surabaya. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 14(2), 97–103. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-pendidikan-teknik-elektro/article/view/62418>
- Syahri, W., Muhaimin, M., Syamsurizal, S., & Rusdi, M. (2021). Development of an instructional design model for physical chemistry based on multiple representatives. *International Journal of Instruction*, 14(2), 517–534.
- Syarifuddin, M. P., & Utari, E. D. (2022). *Media Pembelajaran (Dari Masa Konvensional Hingga Masa Digital)*. Palembang: Bening Media Publishing.
- Tanjung, I. F. (2016). Guru dan Strategi Inkuiri dalam Pembelajaran Biologi. *Jurnal Tarbiyah.*, 23(1), 64–82. <https://jurnaltarbiyah.uinsu.ac.id/index.php/tarbiyah/article/view/111>
- Tazkia, A., & Hidayah, R. (2023). Validitas LKPD elektronik berbasis PBL untuk meningkatkan keterampilan metakognitif peserta didik pada materi asam basa. *Jurnal Pendidikan Kimia FKIP Universitas Halu Oleo*, 8(2), 147–158. <https://doi.org/10.36709/jpkim.v8i2.29>
- Thiagarajan, Semmel, dan Semmel. (1974). *Instuctional Development for Training Teacher of Excepetional Children A Source Book*. Indiana: ERIC.

- Todd, A., & Kenyon, L. (2016). Empirical refinements of a molecular genetics learning progression: The molecular constructs. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(9), 1385-1418.
- Tsui, C. Y., & Treagust, D. F. (2012). Introduction to multiple representations: Their importance in biology and biological education. In *Multiple representations in biological education* (pp. 3-18). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Veloo, A., Nor, R., & Khalid, R. (2015). Attitude towards physics and additional mathematics achievement towards physics achievement. *International Education Studies*, 8(3), 35-43.
- Venville, G. J., & Treagust, D. F. (1998). Exploring conceptual change in genetics using a multidimensional interpretive framework. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(9), 1031-1055.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Wafiqni, N., & Putri, F. M. (2021). Efektivitas penggunaan Aplikasi Wordwall dalam pembelajaran daring (online) Matematika pada materi bilangan cacah kelas 1 di MIN 2 Kota Tangerang Selatan. *Elementar: Jurnal Pendidikan Dasar*, 1(1), 68-83. <https://journal.uinjkt.ac.id/index.php/elementar/article/view/20375>
- Wahidah, Z., & Habibi, M. W. (2023). Pengembangan elektronik lembar kerja peserta didik (E-LKPD) biologi pada materi Animalia dengan konteks ikan hias hasil tangkap nelayan di Selat Bali. *BIODIK: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*, 9(1), 67-78.
- Wahono, R. H. J., Supeno, S., & Sutomo, M. (2022). Pengembangan E-LKPD dengan pendekatan saintifik untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa sekolah dasar dalam pembelajaran IPA. *Jurnal Basicedu*, 6(5), 8331-8340. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i5.3743>
- Wahyuni, K. S. P., Candiasa, I. M., & Wibawa, I. M. C. (2021). Pengembangan E-LKPD berbasis kemampuan berpikir tingkat tinggi mata pelajaran tematik kelas IV sekolah dasar. *PENDASI Jurnal Pendidikan Dasar Indonesia*, 5(2), 301-311. https://doi.org/10.23887/jurnal_pendas.v5i2.476
- Wati, I. F., Yuniawatika, Y. Y., & Murdiah, S. (2020). Analisis kebutuhan terhadap bahan ajar *game based learning* terintegrasi karakter kreatif. *Jurnal Pendidikan Karakter*, 10(2), 35-46. <https://doi.org/10.21831/jpk.v10i2.31880>
- Watson, J. D., Baker, T. A., Bell, S. P., Gann, A., Levine, M., & Losick, R. (2014). *Molecular biology of the gene* (7th ed.). Pearson.

- Webb, N. M., & Palincsar, A. S. (1996). Group processes in the classroom. In D. C. Berliner & R. C. Calfee (Eds.), *Handbook of educational psychology* (pp. 841-873). Macmillan.
- Widianti, A. Y., & Sari, P. M. (2022). Pengembangan Lkpd Berbasis Keterampilan Berpikir Kreatif Menggunakan Maze Chase-*Wordwall* Pada Pembelajaran Ipa Kelas Iv Sd. *Research And Development Journal Of Education*, 8(2), 617-626. [Http://Dx.Doi.Org/10.30998/Rdje.V8i2.13664](http://dx.doi.org/10.30998/Rdje.V8i2.13664)
- Widjayanti, W. R., Masfingatin, T., & Setyansah, R. K. (2019). Pengembangan E-LKPD berbasis HOTS menggunakan Kvisoft Flipbook Maker pada materi suhu dan kalor. *Radiasi: Jurnal Berkala Pendidikan Fisika*, 12(1), 33-39.
- Widyastuti, H., Panjaitan, R. G. P., & Kusmawati, A. (2023). Implementation of team *Games Tournament* learning model to improve student learning outcomes on animalia material. *JPBIO (Jurnal Pendidikan Biologi)*, 8(2), 216-225.
- Wright, L. K., Fisk, J. N., & Newman, D. L. (2014). DNA → RNA: What do students think the arrow means? *CBE—Life Sciences Education*, 13(2), 338-348.
- Yogica, R., Lufri, L., & Sumarmin, R. (2014). Efektifitas modul bergambar disertai LKS berorientasi konstruktivistik terhadap proses dan aktivitas belajar siswa dalam pembelajaran biologi SMA. *Penelitian Pendidikan*, 5(1), 65–73.
- Zahroh, D. A., & Yuliani, Y. (2021). Pengembangan E-LKPD berbasis literasi sains untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi pertumbuhan dan perkembangan. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 10(3), 605-616. <https://doi.org/10.26740/bioedu.v10n3.p605-616>
- Zalillah, D., & Alfurqan, A. (2022). Penggunaan *Game* Interaktif Wordwall dalam Evaluasi Mata Pelajaran Pendidikan Agama Islam di SDN 17 Gurun Laweh Padang. *Manazhim*, 4(2), 491-504. [10.36088/manazhim.v4i2.1996](https://doi.org/10.36088/manazhim.v4i2.1996)
- Zhao, J., Wang, R., & Xiao, L. (2025). Improving multimedia learning with emotional design: Depicting key elements with positive features. *Journal of Computer Assisted Learning*, 41(2), 710–721.
- Zikrina, S. (2024) Pengembangan E-LKPD Berbantuan Wordwall Pada Subtema Manusia Dan Benda Di Lingkungannya Penelitian Research And Development Pada Peserta Didik Kelas V Sekolah Dasar Negeri Kemirimuka 3 Kota Depoksemester Genap Tahun Pelajaran 2023/2024. *Skripsi*, Universitas Pakuan. <http://eprints.unpak.ac.id/id/eprint/8227>