

**PENGEMBANGAN LKPD ELEKTRONIK
TERINTEGRASI MODEL *PROBLEM-BASED LEARNING*
UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR
KRITIS PESERTA DIDIK PADA MATERI MUTASI**

TESIS



Oleh: Lidya Husnita

93220001

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
TAHUN 2023**

**PENGEMBANGAN LKPD ELEKTRONIK TERINTEGRASI
MODEL *PROBLEM-BASED LEARNING*
UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR
KRITIS PESERTA DIDIK PADA MATERI MUTASI**

TESIS

**NAMA : LIDYA HUSNITA
NIM : 933220001**

**Disetujui untuk disampaikan kepada panitia penguji:
Tanggal : 28 Febuari 2023
Pembimbing**

PEMBIMBING I



**Dr. Sri Wardhani, M.Si.
NIDN. 0019076804**

PEMBIMBING II



**Dr. Wulandari Saputri, M.Pd.
NIDN. 02221090001**

**Mengetahui,
Ketua Program Studi Pendidikan Biologi**



**Dr. Sri Wardhani, M.Si.
NIDN. 0019076804**

**PENGEMBANGAN LKPD ELEKTRONIK TERINTEGRASI
MODEL *PROBLEM-BASED LEARNING*
UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR
KRITIS PESERTA DIDIK PADA MATERI MUTASI**

**NAMA : LIDYA HUSNITA
NIM : 933220001**

TESIS

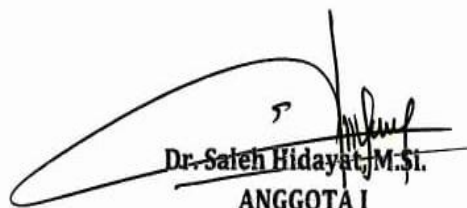
**Untuk memenuhi salah satu syarat ujian guna memperoleh gelar
Magister Pendidikan (M.Pd.) dalam Bidang Ilmu Pendidikan Biologi ini
telah disetujui oleh Tim Penguji pada tanggal
Palembang, 28 Febuari 2023**



**Dr. Sri Wardhani, M.Si.
KETUA**



**Dr. Wulandari Saputri, M.Pd.
SEKRETARIS**



**Dr. Saleh Hidayat, M.Si.
ANGGOTA I**



**Dr. Astrid Sri Wahyuni Sumah, M.Si.
ANGGOTA II**



**Dr. Meli Astriani, M. Si.
ANGGOTA III**

PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Lidya Husnita
NIM : 933220001
Program Studi : Pendidikan Biologi
PPs Universitas Muhammadiyah Palembang

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis saya ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik Magister Pendidikan baik di Universitas Muhammadiyah Palembang maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Tim Pembimbing.
3. Dalam karya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Palembang, Oktober 2023
Yang membuat pernyataan,



(Lidya Husnita)

Moto dan Persembahan

Motto:

- *Bersabarlah, karena kesabaran sebuah pilar keimanan.*
- *Sabar merupakan bahan ramuan yang paling menyehatkan dalam hidup kita.*

Kupersembahkan Tesis ini Kepada:

- *Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayahnyalah, sehingga penulis bisa menyelesaikan tesis ini dengan baik,*
- *Kedua orang tua tercinta Ayahanda (Naswadi) dan Ibunda (Sutarti) yang telah memberikan nasihat, motivasi, sehat dan do'a yang sangat luar biasa, memberikan dukung setiap hari, bimbingan, dan keberhasilanku sehingga bisa mewujudkan cita-citaku untuk menjadi seorang magister.*
- *Teman-temann Program Studi Pendidikan Biologi Program Pascasarjana yang telah bersama berjuang.*

ABSTRAK

Husnita, Lidya. 2023. Pengembangan LKPD Elektronik Terintegrasi Model *Problem-Based Learning* untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Mutasi. Program Pascasarjana Pendidikan Biologi, Program Pascasarjana Strata II Universitas Muhammadiyah Palembang. Pembimbing: (1) Dr. Sri Wardhani, M.Si. (II) Dr. Wulandari Saputri, M.Pd.

Pendidikan di Indonesia harus mulai berorientasi pada keterampilan abad 21, salah satunya berpikir kritis. Fakta ditemukan bahwa keterampilan berpikir kritis di SMA Negeri Palembang masih rendah, yaitu 25,95–42,55. Keterampilan abad 21 berbasis digital dalam menunjang bahan ajar kreatif dan inovatif, namun faktanya bahan ajar yang digunakan masih belum berbasis model pembelajaran dan masih bersumber dari penerbit. Tujuan penelitian mengembangkan LKPD elektronik terintegrasi *problem-based learning* untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi mutasi. Populasi penelitian SMA Negeri 9 Palembang, dan sampel penelitian peserta didik XII IPA 6 dan XII IPA 4. Model penelitian menggunakan 4D, yaitu *define*, *design*, *develop* dan *disseminate*. Teknik pengumpulan data angket kebutuhan guru dan peserta didik. Analisis data uji Normalitas, uji Homogenitas, uji Wilcoxon, uji Mann Whitney, dan *N-gain*. Hasil *define* bahwa guru dan peserta didik membutuhkan LKPD materi mutasi karena membantu, memudahkan peserta didik berpikir kritis. Hasil *design* membuat soal berpikir kritis dan format rancangan LKPD elektronik. Hasil *develop* kelayakan bahan ajar yang dikembangkan dari aspek bahasa 75% (kategori baik), aspek perangkat pembelajaran 79% (kategori baik), aspek materi 85% (kategori sangat baik), aspek media 81% (kategori sangat baik) sehingga bahan ajar dikategorikan sangat baik. Soal berpikir kritis berjumlah 11 dikatakan valid dengan reliabilitas 0,884 kategori sangat baik. Hasil *disseminate* uji Wilcoxon dan uji Mann Whitney, yaitu ada perbedaan antara hasil belajar peserta didik *pretest-posttest* kelas kontrol dan kelas eksperimen. Kepraktisan bahan ajar dikategorikan praktis oleh guru dengan persentasi 88% dan bahan ajar dapat terbaca dengan sangat baik oleh peserta didik persentasi 82%. Keefektifitas LKPD elektronik terintegrasi PBL lebih mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis daripada bahan ajar konvensional, dimana nilai *N-gain* kelas kontrol 0,61 (kriteria sedang) dan kelas eksperimen 0,74 (kriteria tinggi).

Kata Kunci: Keterampilan berpikir kritis, LKPD Elektronik, Mutasi, *Problem-Based Learning*.

ABSTRACT

Husnita, Lidya. 2023. Development of Integrated Electronic Worksheets with Problem-Based Learning Models to Improve Students' Critical Thinking Skills in Mutation Material. Postgraduate Program in Biology Education, Postgraduate Program for Undergraduate Program Muhammadiyah Palembang University. Advisors: (1) Dr. Sri Wardhani, M.Si. (II) Dr. Wulandari Saputri, M.Pd.

Education in Indonesia must begin to be oriented towards 21st century skills, one of which is critical thinking. It was found that critical thinking skills in Palembang State Senior High School were still low, namely 25.95–42.55. Digital-based 21st century skills in supporting creative and innovative teaching materials, but in fact the teaching materials used are still not based on learning models and are still sourced from publishers. The aim of the research is to develop problem-based learning integrated electronic worksheets to improve students' critical thinking skills on mutation material. The research population is SMA Negeri 9 Palembang, and the research sample is XII IPA 6 and XII IPA 4 students. The research method uses 4D, namely *define*, *design*, *develop* and *disseminate*. Questionnaire data collection techniques for the needs of teachers and students. Data analysis of Normality test, Homogeneity test, Wilcoxon test, Mann Whitney test, and *N-gain*. The results *define* that teachers and students need LKPD mutation material because it helps, makes it easier for students to think critically. The results of the *design* make critical thinking questions and electronic worksheet design formats. The results of *developing* the feasibility of teaching materials developed from language aspects 75% (good category), learning device aspects 79% (good category), material aspects 85% (very good category), media aspects 81% (very good category) so that teaching materials are categorized Very good. The 11 critical thinking questions are said to be valid with a reliability of 0.884 in the very good category. The results of the *disseminate* Wilcoxon test and the Mann Whitney test, namely there is a difference between the learning outcomes of the *pretest-posttest* students in the control class and the experimental class. Practicality of teaching materials is categorized as practical by teachers with a percentage of 88% and teaching materials can be read very well by students with a percentage of 82%. The effectiveness of PBL-integrated electronic worksheets is more able to improve critical thinking skills than conventional teaching materials, where the *N-gain* value for the control class is 0.61 (medium criterion) and the experimental class is 0.74 (high criterion).

Keywords: Critical thinking skills, Electronic Worksheets, Mutations, *Problem-Based Learning*.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamiin, puji syukur atas karunia panjatkan kehadiran Allah swt atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis berjudul “Pengembangan LKPD Elektronik Terintegrasi Model *Problem-Based Learning* untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Mutasi”. Shalawat dan salam selalu kita curahkan kepada Nabi kita Nabi Muhammad SAW, yang telah membawa manusia pada zaman kegelapan hingga menuju zaman terang.

Kemudian, ucapan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya penulis kepada:

1. Dr. Abid Djazuli, S.E., MM., selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk diterima sebagai mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi Program Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Palembang.
2. Dr. Sri Rahayu.S.E., M.M., selaku Direktur Program Studi Pendidikan Biologi Program Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Palembang.
3. Dr. Sri Wardhani, M.Si., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Biologi Program Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Palembang yang telah membantu penulis untuk menyelesaikan Program Studi Pendidikan Biologi Program Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Palembang.
4. Dr. Sri Wardhani, M.Si., dan Dr. Wulandari Saputri, M.Pd., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan ilmu yang bermanfaat bagi tesis penuliis.

5. Dr. Saleh Hidayat, M.Si., Dr. Astrid Sri Wahyuni Sumah, M.Si., Dr. Meli Astriani, M.Si., selaku dosen penelaah yang telah memberikan arahan, bimbingan, kritik dan saran kepada penulis.
6. Supriatini, M.Pd., Dr. Marlina Ummas Genisa, M.Sc., Heru, M.Pd., Erie Agusta, M.Pd., Dr. Meli Astriani, M.Si., Sulton Nawawi, M.Pd., selaku dosen validator yang telah memberikan semua ilmunya kepada penulis.
7. Orang tua, adik, dan keluarga besar saya yang selalu memberi semangat dan motivasi untuk menyelesaikan Program Studi Pendidikan Biologi Program Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Palembang.
8. Rekan-rekan mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi Program Pascasarjana Pendidikan Biologi Universitas Muhammadiyah Palembang angkatan 2020 yang telah memberikan bantuan, sabar dan kebersamaan selama kuliah.

Semoga Allah swt melimpahkan keberkahan pada tulisan ini serta memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu dan pengetahuan khususnya bidang Program Studi Program Pascasarjana Pendidikan Biologi Universitas Muhammadiyah Palembang.

Palembang, 2023

Lidya Husnita
NIM. 93220001

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
MOTO DAN PERSEMBAHAN	ii
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
 BAB I PENDAHULUAN	 1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Tujuan Pengembangan	7
D. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan.....	7
E. Manfaat Pengembangan	8
F. Definisi Istilah.....	9
 BAB II KAJIAN PUSTAKA	 11
A. Kajian Pustaka	11
1. Keterampilan Berpikir Kritis	11
a. Pengertian Keterampilan Berpikir Kritis.....	11
b. Ciri-ciri dan Karakteristik Berpikir Kritis.....	12
c. Pentingnya Pengembangan Keterampilan Berpikir Kritis.....	13
d. Mengembangkan Keterampilan Berpikir Kritis	14
e. Mengukur Keterampilan Berpikir Kritis	14
2. Bahan Ajar	15
3. LKPD Elektronik	17
a. Pengertian LKPD Elektronik	17
b. Syarat-Syarat LKPD Elektronik.....	18
c. Langkah-Langkah Membuat LKPD Elektronik	18
d. Keuntungan Menggunakan LKPD Elektronik.....	19
4. Model PBL	19
a. Pengertian Model PBL.....	19
b. Tujuan Model PBL.....	20
c. Karakteristik Model PBL	21
d. Prinsip Model PBL.....	21
e. Sintaks Model PBL.....	22
f. Kelebihan Model PBL.....	22
g. Hubungan Sintaks PBL dengan Keterampilan Berpikir Kritis.....	23
5. Aplikasi Heyzine Flipbook.....	27
6. Bioinformatika	27
7. Materi Mutasi	28
B. Kajian Penelitian yang Relevan.....	33

BAB III METODE PENELITIAN	37
A. Model Pengembangan	37
B. Prosedur Pengembangan	37
1. Tahapan <i>Define</i>	37
2. Tahapan <i>Design</i>	39
3. Tahapan <i>Develop</i>	42
4. Tahapan <i>Disseminate</i>	44
C. Desain Produk	45
BAB IV HASIL PENGEMBANGAN DAN PEMBAHASAN	53
A. Hasil Pengembangan	53
B. Kajian Produk Akhir	96
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	109
A. Simpulan Tentang Produk	109
B. Saran Pemanfaatan Produk	110
C. Diseminasi dan Pengembangan Produk Lebih Lanjut	110
DAFTAR PUSTAKA	112

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Inti Kemampuan Berpikir Kritis.....	12
Tabel 2.2	Sintaks Model PBL	22
Tabel 2.3	Hubungan Sintaks PBL dengan Keterampilan Berpikir Kritis.....	23
Tabel 2.4	KI dan KD Materi Mutasi	28
Tabel 3.1	Penentuan Tujuan Pembelajaran.....	38
Tabel 3.2	Format Rancangan LKPD Elektronik Terintegrasi PBL melalui <i>Heyzine Flipbook</i>	39
Tabel 3.3	Dua Langkah Tahap Pengujian Hasil Pengembangan	44
Tabel 3.4	Subjek Uji Coba	45
Tabel 3.5	Kriteria Kelayakan dan Revisi Produk	46
Tabel 3.6	Kriteria Interval Pedoman Penskoran.....	47
Tabel 3.7	Kriteria Kepraktisan Produk.....	47
Tabel 3.8	Pedoman Pengambilan Keputusan Praktisan Produk	48
Tabel 3.9	Kriteria Keterlaksanaan Model Pembelajaran	49
Tabel 3.10	Kategori Respon Peserta Didik	49
Tabel 3.11	Kategori Reliabilitas Butir Soal.....	50
Tabel 3.12	Kriteria Nilai <i>N-Gain</i>	52
Tabel 4.1	KI dan KD yang Dipakai dalam Penelitian.....	56
Tabel 4.2	Penentuan Tujuan Pembelajaran	58
Tabel 4.3	Angket Kepraktisan LKPD Elektronik.....	59
Tabel 4.4	Kisi-KisiPenyusunan Soal Berpikir Kritis.....	60
Tabel 4.5	Format Rancangan LKPD Elektronik Terintegrasi PBL melalui <i>Heyzine Flipbook</i>	63
Tabel 4.6	Hasil Validasi Ahli Bahasa	72
Tabel 4.7	Hasil Validasi Ahli Materi	74
Tabel 4.8	Hasil Validasi Ahli Media	78
Tabel 4.9	Perbaikan Validasi Ahli Media	79
Tabel 4.10	Hasil Validasi Ahli Perangkat Pembelajaran	80
Tabel 4.11	Perbaikan Validasi Ahli Perangkat Pembelajaran	81
Tabel 4.12	Hasil Validasi Ahli Bahan Ajar.....	81
Tabel 4.13	Perbaikan Validasi Ahli Bahan Ajar	82
Tabel 4.14	Hasil Validasi Ahli Evaluasi	83
Tabel 4.15	Perbaikan Validasi Ahli Evaluasi.....	84
Tabel 4.16	Hasil Penilaian dari Seluruh Validator.....	85
Tabel 4.17	Hasil Uji Coba Keterbacaan LKPD Elektronik	85
Tabel 4.18	Perbaikan Uji Coba Keterbacaan LKPD Elektronik	85
Tabel 4.19	Hasil Kepraktisan LKPD Elektronik Guru	86
Tabel 4.20	Perbaikan Kepraktisan LKPD Elektronik Guru	87
Tabel 4.21	Hasil Data Validitas Soal	88
Tabel 4.22	Hasil Data Reliabilitas Soal	88
Tabel 4.23	Hasil Analisis Uji Normalitas Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen	89
Tabel 4.24	Hasil Analisis Uji Homogenitas <i>Pretest</i> Kelas Kontrol dan <i>Pretest</i> Kelas Eksperimen	89

Tabel 4.25 Hasil Analisis Uji Homogenitas <i>Posttest</i> Kontrol dan <i>Posttest</i> Kelas Eksperimen	90
Tabel 4.26 Hasil Perhitungan Kelas Kontrol pada Uji Wilcoxon	91
Tabel 4.27 Hasil Perhitungan Kelas Eksperimen pada Uji Wilcoxon	91
Tabel 4.28 Hasil Analisis Uji Mann Whitney <i>Posttest</i> Kelas Kontrol dan <i>Posttest</i> Kelas Eksperimen	92
Tabel 4.29 Hasil Analisis <i>N-gain</i> Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen	92
Tabel 4.30 Kriteria <i>N-gain</i> Hasil Belajar Peserta Didik Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen	93
Tabel 4.31 Hasil Analisis Keterlaksanaan LKPD Elektronik dengan Model PBL	94
Tabel 4.32 Hasil Analisis Respon Peserta Didik	94

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Kromosom dari Mikroskop Elektron.....	30
Gambar 3.1	Tampilan <i>Browser File</i>	41
Gambar 3.2	Tampilan <i>File</i> diupload	41
Gambar 3.3	Tampilan LKPD Elektronik pada <i>Heyzine Flipbook</i>	41
Gambar 4.1	Bahan Ajar Elektronik yang Dikembangkan.....	54
Gambar 4.2	Peta Konsep	57
Gambar 4.3	Sampul LKPD Elektronik.....	63
Gambar 4.4	Lembar Francis	63
Gambar 4.5	Lembar Identitas LKPD Elektronik	64
Gambar 4.6	Kata Pengantar.....	64
Gambar 4.7	Daftar Gambar	65
Gambar 4.8	Identitas Peserta Didik.....	65
Gambar 4.9	Petunjuk Penggunaan LKPD Elektronik.....	66
Gambar 4.10	Kisi-KisiPenerapan Model <i>Problem-Based Learning</i> pada LKPD Elektronik	66
Gambar 4.11	Peta Konsep	67
Gambar 4.12	KI, KD, IPK dan Tujuan Pembelajaran	67
Gambar 4.13	Materi Pelajaran.....	68
Gambar 4.14	Kasus Kegiatan 1 <i>Sindrom Down</i>	68
Gambar 4.15	Kasus Kegiatan 2 <i>Sindrom Klinefelter</i>	69
Gambar 4.16	Glosarium	69
Gambar 4.17	Daftar Pustaka	70
Gambar 4.18	Riwayat Hidup	70
Gambar 4.19	Sampul Penutup LKPD Elektronik.....	71
Gambar 4.20	Perbaikan saran dan komentar ahli bahasa pada kata pengantar.....	73
Gambar 4.21	Perbaikan saran dan komentar ahli bahasa pada daftar isi	73
Gambar 4.22	Perbaikan saran dan komentar ahli bahasa pada petunjuk LKPD elektronik	74
Gambar 4.23	Perbaikan saran dan komentar ahli materi pada materi pembelajaran	76
Gambar 4.24	Perbaikan saran dan komentar ahli materi pada peta konsep.....	76
Gambar 4.25	Perbaikan saran dan komentar ahli materi pada Indikator Pencapaian Kompetensi	77
Gambar 4.26	Perbaikan saran dan komentar ahli bahasa pada kasus <i>sindrom dow</i>	77

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Analisis Kebutuhan Guru	118
Lampiran 2.	Analisis Kebutuhan Peserta Didik	143
Lampiran 3.	Daftar Nilai Mutasi Peserta Didik.....	149
Lampiran 4.	Bahan Ajar SMA Negeri Palembang	151
Lampiran 5.	Silabus.....	169
Lampiran 6.	Rencana Pelaksanaan Pembelajaran	172
Lampiran 7.	Kisi-Kisi Penyusunan Soal Berpikir Kritis	181
Lampiran 8.	Instrumen Angket Validasi para Ahli	194
Lampiran 9.	Lembar Hasil Uji Validasi dan Reliabilitas Soal Berpikir Kritis dengan Program SPSS	211
Lampiran 10.	Lembar Keterlaksanaan LKPD Elektronik dengan Model PBL	214
Lampiran 11.	Lembar Respon Peserta Didik	218
Lampiran 12.	Hasil Uji Coba Pengembangan	220
Lampiran 13.	Hasil Uji Normalitas, Uji Homogenitas, Uji Wilcoxon, Uji Mann Whitney dan <i>N-gain</i>	225
Lampiran 14.	<i>Screenshot</i> Hasil Kegiatan Peserta Didik menggunakan LKPD Elektronik Terintegrasi PBL.....	230
Lampiran 15.	<i>Screenshot</i> Hasil Kegiatan Peserta Didik menggunakan LKPD Guru	241
Lampiran 16.	<i>Screenshot</i> Respon Peserta Didik setelah menggunakan LKPD Elektronik Terintegrasi PBL.....	251
Lampiran 17.	Surat Izin Observasi.....	258
Lampiran 18.	Surat Penelitian	259
Lampiran 19.	Dokumentasi Foto	260
Lampiran 20.	Hasil Produk LKPD Elektronik Terintegrasi PBL.....	262

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kemajuan dalam sistem digital, kecerdasan buatan dan virtual, jaringan, dan interaksi merupakan ciri-ciri revolusi industri keempat. Sistem pendidikan Indonesia terkena dampak Revolusi Industri Keempat. Kebutuhan revolusi industri keempat yaitu kebutuhan akan teknologi dan manusia untuk bekerja sama menciptakan peluang baru, kreatif, dan inventif dapat dipenuhi melalui pendidikan 4.0 (Nias, 2019). Menurut Hussin (2018), ada sembilan pendekatan pendidikan 4.0. Pembelajaran berbasis proyek, pengalaman lapangan, pembelajaran individu, pembelajaran pada waktu dan lokasi berbeda, penilaian beragam, interpretasi data, keterlibatan peserta didik, dan pendampingan.

Era Industri 4.0 sangat menekankan pada kompetensi yang dibutuhkan peserta didik untuk menghadapi abad kedua puluh satu, seperti berpikir kritis, pemecahan masalah, kerja sama tim, kepemimpinan, ketangkasan, kemampuan beradaptasi, dan kapasitas mengambil inisiatif. Kompetensi lainnya meliputi kemampuan mengakses dan menganalisis informasi, rasa ingin tahu dan imajinatif, serta berkomunikasi secara efektif baik lisan maupun tulisan (Zubaidah, 2017). Kemampuan berpikir kritis merupakan salah satu keterampilan abad 21 yang menjadi konsentrasi penelitian ini. Fakta di lapangan menampakkan bahwasanya kemampuan berpikir kritis menjadi masalah utama karena sebagian besar peserta didik

merasa kesulitan untuk mengerjakan, memahami, dan menganalisis level soal yang diberi, termasuk materi mutasi. Oleh karena itu diperlukan pertanyaan-pertanyaan yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis.

Rata-rata nilai tes kemampuan berpikir kritis SMA Negeri 4 Palembang 25,95%, SMA Negeri 8 Palembang 42,55%, SMA Negeri 9 Palembang 34,20%, dan SMA Negeri 19 Palembang 27,55% telah ditentukan. Oleh karena itu, inisiatif untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis peserta didik harus diambil. Penerapan model pembelajaran dan mengaitkan isi mata kuliah dengan pengalaman peserta didik di dunia nyata merupakan dua inisiatif yang dapat dijalankan (Wingert., *dkk*, 2011; Kono, 2016; Miqro, 2021). Faktanya pengembangan keterampilan berpikir kritis belum diakomodasi dengan baik oleh sekolah. Hasil penelitian Husnita, (2019) menampakkan bahwa keterampilan berpikir kritis peserta didik dari empat sekolah yang ada di Kota Palembang, yakni SMA Negeri 4 Palembang, SMA Negeri 8 Palembang, SMA Negeri 9 Palembang dan SMA Negeri 19 Palembang masih dikategorikan rendah.

Berdasarkan informasi hasil wawancara awal dengan guru Biologi di ketiga SMA Negeri Palembang diperoleh informasi proses pembelajaran guru menerapkan bahan ajar berupa Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), modul dan video pembelajaran. LKPD masih menerapkan sumber penerbit tertentu dan belum berbasiskan model pembelajaran. Guru menerapkan model *Problem-Based Learning* (PBL). Namun, faktanya guru mengakui mengalami kesulitan untuk menerapkan PBL selama pembelajaran daring. Didasarkan

atas wawancara dengan guru pula, sebanyak 40% guru dari masing-masing sekolah menyebutkan bahwasanya mutasi ialah materi yang sulit dikuasai peserta didik. Akibatnya, nilai peserta didik pada materi mutasi ini belum mencapai KKM. Sejalan dengan penelitian Masrusi, (2020) mengungkapkan materi mutasi penting bagi peserta didik dalam memahami konten menghafal, mengetahui konsep, tetapi juga dalam memahami dan menjelaskan peristiwa, pergeseran DNA yang disebabkan terjadinya mutasi. Hasil penelitian Hestari, *dkk.*, (2016) melaporkan materi mutasi terdiri mutasi gen tidak dapat diamati secara langsung prosesnya meskipun dalam fenotip seseorang.

Didasarkan atas hasil pengisian angket oleh peserta didik diperoleh bahwasanya SMA Negeri 4 Palembang, SMA Negeri 9 Palembang, dan SMA Negeri 19 Palembang sudah menerapkan LKPD, modul dan video pembelajaran. Modul yang diterapkan berisikan tentang teori-teori dan soal, Video pembelajaran yang diterapkan hanya berisikan penjelasan materi tidak disajikan berupa kasus ataupun soal berpikir, sedangkan LKPD yang diterapkan hanya berisikan soal tidak disajikan dalam sebuah kasus untuk menganalisis maupun kritis. Informasi yang diperoleh dari ketiga bahan ajar tersebut peserta didik memilih setuju untuk dikembangkan LKPD karena mudah dipahami, rinci, memiliki kumpulan tugas-tugas yang dikerjakan, memiliki penjelasan singkat. LKPD merupakan lembaran kerja yang bertujuan guna membantu peserta didik pada kegiatan pembelajaran dalam rangka untuk menguasai pemahaman, keterampilan serta sikap. Manfaat dari LKPD lainnya meliputi untuk mampu membantu guru di dalam mengarahkan peserta didik serta dapat menentukan pada konsep-konsep dengan melalui

aktivitasnya sendiri ataupun didalam kelompok kerjanya (Astuti, *dkk.*, 2018). Sebagaimana disebutkan diawal bahwasanya di era revolusi industri 4.0 ini dibutuhkan dukungan teknologi dalam pembelajaran, maka LKPD pun dapat dikemas dalam bentuk elektronik. Hasil penelitian Miqro, *dkk.*, (2021) mengungkapkan Karena banyaknya kelebihan dan kemampuannya dalam membantu pendidik dalam menghasilkan materi pembelajaran yang menarik dan alternatif, LKPD elektronik menjadi salah satu media pengganti yang diterapkan pendidik untuk memfasilitasi kegiatan pembelajaran di masa pandemi. Oleh karena itu, guna meningkatkan kemampuan berpikir kritis salah satu metode yang diperlukan ialah LKPD paradigma pembelajaran terpadu. Sesuai dengan temuan Fariroh *dkk.* (2015) yang menyatakan terkait hasil belajar peserta didik LKPD berbasis PBL tergolong kritis karena peserta didik mendapat pengajaran saat berdiskusi tentang cara menyelesaikan tugas dan kegiatannya, yaitu: identifikasi masalah, mengeksplor masalah, penyelidikan, mengelola informasi dan penyajian.

Pembuatan LKPD yang dijalankan oleh beberapa peneliti sudah banyak, namun belum semua LKPD berbasis model pembelajaran di dalam kegiatan inti. Penerapan model pembelajaran dalam pembuatan LKPD elektronik mampu membantu peserta didik, salah satunya menerapkan model PBL guna meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Hal ini sesuai dengan Kurniahtunnisa, *dkk.*, (2016) mengungkapkan rata-rata kemampuan berpikir kritis pa da kelas eksperimen sejumlah 76,93 dan kelas kontrol sejumlah 65,67. Didasarkan atas dari hasil uji korelasi biserial menunjukan bahwasanya pembelajaran biologi dengan menerapkan model pembelajaran PBL

berhubungan yang kuat terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik. Analisis aktivitas peserta didik secara deskriptif juga menampakkan bahwasanya kelas eksperimen lebih tinggi dibanding kelas kontrol. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwasanya pemanfaatan paradigma PBL dalam pembelajaran biologi berdampak pada peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Menurut penelitian Kono et al. (2016), kemampuan berpikir kritis peserta didik biologi meningkat sejumlah 91,51% ketika menerapkan paradigma PBL, dibandingkan peningkatan sejumlah 66,07% dengan pembelajaran tradisional. Hal ini juga sesuai dengan temuan Fariroh dkk. (2015) yang menampakkan bahwa baik pada ujian akhir maupun penilaian diri, peserta didik yang diajar dengan paradigma PBL memiliki rata-rata persentase kemampuan berpikir kritis sejumlah 74,9%. Salah satu model pembelajaran yang penting pada abad kedua puluh satu ialah model PBL. Menurut Uyub (2022), hal ini dijelaskan dengan adanya harapan agar peserta didik mampu mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi yang merupakan indikasi pembelajaran abad 21 melalui penerapan paradigma PBL ini. Selain itu, dengan menerapkan paradigma ini, peserta didik dapat didorong untuk berpartisipasi aktif dalam pendidikan, bekerja sama, dan berpikir kritis.

Melalui proses identifikasi masalah, eksplorasi masalah, inkuiri ilmiah, pengelolaan informasi kooperatif, dan presentasi, tugas LKPD berbasis PBL akan melatih kemampuan berpikir kritis peserta didik. Hal ini sejalan dengan penelitian Masrinah, dkk., (2019) yang menyatakan PBL dapat membantu peserta didik mengembangkan kemampuan berpikir kritisnya.

PBL menerapkan situasi dunia nyata, dan untuk mengembangkan kemampuan dan keterampilan peserta didik khususnya kemampuan berpikir kritis peserta didik dituntut tidak hanya memahami permasalahan namun juga berkolaborasi untuk mencari solusi.

Perangkat lunak bioinformatika juga dimasukkan dalam LKPD yang dibuat. Aplikasi yang menerapkan metode analitis dan komputasi untuk mengevaluasi data biologis disebut bioinformatika. Kemampuan manusia dalam memahami genom, yang meliputi pencarian setiap ciri makhluk hidup yang dikodekan dalam bentuk pita molekul DNA, inilah yang menjadi penentu kajian terkait bioinformatika dalam kemajuan biologi molekuler modern (Bayat, 2002). Urutan gen manusia diperiksa menerapkan program Mega X, sedangkan analisis bioinformatika dijalankan menerapkan situs web Pusat Informasi Bioteknologi Nasional (NCBI). Penyelarasan beberapa urutan kemudian dijalankan dan urutan yang dipilih disimpan dalam format fasta. Dengan menerapkan perangkat lunak Mega X, urutan nukleotida ini diselaraskan menerapkan *clustal-w* untuk analisis.

Didasarkan atas uraian diatas, penulis bermaksud untuk menjalankan penelitian judul “Pengembangan LKPD Elektronik Terintegrasi Model *Problem-Based Learning* guna meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Pada Materi Mutasi”. Harapannya setelah dibuatkan LKPD elektronik mempersiapkan pembelajaran yang lebih efektif baik *online* ataupun *offline* guna meningkatkan berpikir kritis peserta didik.

B. Rumusan Masalah

Didasarkan atas latar belakang diatas, maka rumusan masalah pada penelitian pengembangan LKPD elektronik terintegrasi model PBL guna

meningkatkan keterampilan berpikir kritis pada materi mutasi, sebagai berikut:

1. Bagaimana kevalidan LKPD elektronik terintegrasi model PBL guna meningkatkan keterampilan berpikir kritis pada materi mutasi?
2. Bagaimana kepraktisan LKPD elektronik terintegrasi model PBL guna meningkatkan keterampilan berpikir kritis pada materi mutasi?
3. Bagaimana efektivitas LKPD elektronik terintegrasi model PBL guna meningkatkan keterampilan berpikir kritis pada materi mutasi?

C. Tujuan Pengembangan

Didasarkan atas rumusan masalah diatas, maka tujuan dari penelitian pengembangan ialah:

1. Menganalisis kevalidan LKPD elektronik terintegrasi model PBL guna meningkatkan keterampilan berpikir kritis pada materi mutasi.
2. Menganalisis kepraktisan LKPD elektronik terintegrasi model PBL guna meningkatkan keterampilan berpikir kritis pada materi mutasi.
3. Menganalisis efektivitas LKPD elektronik terintegrasi model PBL guna meningkatkan keterampilan berpikir kritis pada materi mutasi.

B. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

Produk yang dikembangkan didalam penelitian berspesifikasi sebagai berikut:

1. LKPD elektronik terintegrasi model PBL pada pokok bahasan materi mutasi ditujukan untuk peserta didik kelas XII SMA Negeri Palembang. LKPD elektronik yang dikembangkan disusun dengan mengaitkan materi pada

kehidupan sehari-hari. Isi LKPD elektronik terdapat 2 kali pertemuan. Pertemuan I jenis-jenis terjadinya mutasi dan prinsip mutasi gen dan kromosom dan pertemuan II kelainan sifat pada manusia.

2. LKPD elektronik dibuat menerapkan aplikasi *Heyzine Flipbook*, berisikan dengan spesifikasi isi (sampul, lembar identitas, kompetensi dasar, indikator pencapaian kompetensi, tujuan pembelajaran, petunjuk, materi pelajaran, langkah-langkah pembelajaran dan memberikan masalah atau kasus) dan tampilan (kertas A4 ukuran 29,7 cm x 21 cm), ukuran huruf 12, KAspasi 1,5, untuk judul bab menerapkan huruf 14 dan jenis huruf menerapkan cambria).
3. LKPD ini dilengkapi dengan kasus yang didalamnya terdapat video bioinformatika disambungkan dengan situs NCBI dianalisis dengan Mega X untuk menganalisis perubahan basa nitrogen disebabkan mutasi.

E. Manfaat Pengembangan

LKPD elektronik terintegrasi model PBL dikembangkan karena memiliki manfaat antara lain:

1. Bagi peserta didik, untuk belajar lebih mandiri yang di bimbing oleh guru dan mudah mempelajari pada setiap kompetensi yang akan dicapai.
2. Bagi Guru, untuk dapat mempermudah dan membantu dalam menjalankan proses pembelajaran daring dan tatap muka dapat menjadi sebuah acuan maupun contoh untuk melaksanakan pengembangan perangkat pembelajaran.
3. Bagi sekolah, untuk menambah referensi ataupun sumber pendukung berupa LKPD elektronik yang sesuai dengan proses pembelajaran.

4. Bagi Peneliti, untuk memberikan wawasan mengenai pengembangan pada bahan ajar yaitu LKPD elektronik terintegrasi model PBL melalui bioinformatika.

F. Definisi Istilah

Beberapa istilah di dalam penelitian pengembangan LKPD elektronik terintegrasi model PBL sebagai berikut:

1. LKPD berupa lembaran yang bertujuan membantu dan memudahkan guru dan peserta didik dalam proses pembelajaran. Alat ukur LKPD berupa kasus terkait pokok bahasan.
2. PBL ialah model pembelajaran untuk memecahkan permasalahan dalam menjalankan proses pembelajaran. Sintaks dari model PBL, yaitu: “1) mengorientasikan peserta didik pada masalah; 2) mengorganisasikan kegiatan pembelajaran; 3) membimbing penyelidikan mandiri dan kelompok; 4) mengembangkan dan menyajikan hasil karya; 5) analisis dan evaluasi proses pemecahan masalah”.
3. Keterampilan berpikir kritis merupakan sebuah proses kognitif peserta didik didalam menganalisis dengan sistematis dan spesifik masalah dihadapi, membedakan masalah dengan cemat dan teliti, mengidentifikasi dan mengaji informasi untuk merencanakan strategi permasalahan. Indikator berpikir kritis yaitu: 1) interpretasi; 2) analisis; 3) inferensi; 4) evaluasi; 5) eksplanasi; 6) pengaturan diri. Keterampilan berpikir kritis peserta didik diukur dengan soal *pretest* dan *posttest* didasarkan atas indikator berpikir kritis pada materi mutasi.

4. Bioinformatika merupakan sebuah aplikasi berbantuan alat komputasi untuk menjalankan analisis dan menginterpretasikan pada data-data biologi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisel, Aulannisa, A., Syafri, F, S., & Suryati, (2021), Pengaruh Model Paikem Gembrot terhadap Hasil belajar Matematika Siswa Klas IV SD, *Journal of Elemntary Schoo (JOES)*, 4(2).
- Aini, N, A., Syachruroji, & Hendracipta, N, (2019), Pengembangan LKPD Berbasis Problem Based Learning pada Mata Pelajaran IPA Materi Gaya , *Jurnal Pendidikan Dasar*, 10(1), 68-76.
- Aini, N,, Y,F, & Pebriana, (2020), Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis dengan menggunakan Model Problem -Based Learning pada Siswa Kelas IV MI Al-Fatah, *Jurnal Pendidikan dan Konseling*, 2(2), 179-182.
- Aini, Z,, Agus, R,, & Ahmad, R, (2018), A Mastery Of Biological Concept And Critical Thinking Ability Differences of Grade Ten Student of Man I Praya On The Implementation of Cooperative Based Learning Group Investigation Type And Guided Inquiry Based Learning, *Pijar MIPA*, XIII (1),19-23.
- Akbar, S, (2013), *Instrumen Perangkat Pembelajaran*, Bandung: Rosdakarya.
- Amthari, W,, Muhammad, D,, & Angereini, E, (2021), Pengembangan E-LKPD Berbasis Saintifik Materi Sistem Pernapasan Pada Manusia Kelas XI SMA, *BIODIK*, 7(03).
- Andriyani, E, Y,, Ernawati, M, D,, & Malik, A, (2018), Pengembangan LKPD Elektronik Berbasis Proyek pada Materi Termokimia di Kelas XI SMA, *Journal of The Indonesian Society of Integrated Chemistry*, 10(1).
- Arend, R, (2013), *Belajar untuk Mengajar*, Jakarta Selatan: Salemba Humanika.
- Arends, R, (2009), *Learning to Teach*, Boston: McGraw-Hill International Ed.
- Arikunto, S, (2006), *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*, Jakarta : Rineka Cipta .
- Ariq, M,, & Fitrihidajati, H, (2021), Validitas E-LKPD Eosistem Berbasis Saintifik untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas X SMA, *BioEdu*, 10(3).
- Arsanti, M, (2018), Pengembangan Bahan Ajar Mata Kuliah Penulisan Kreatif Bermuatan Nilai-Nilai Pendidikan Karakter Religius Bagi Mahasiswa Prodi Pbsi, *Jurnal Ilmiah Bahasa dan Sastra*, 1(2),71-90.
- Astuti, S,, Danial, M,, & Anwar, M, (2018), Pengembangan LKDP Berbasis PBL untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Materi Kesimbangan Kimia, *Chemistry Education Review*, 1(2).

- Aziz, H, (2019), *Pengembangan Bahan Ajar, Validitas, Reliabilitas, Praktikalitas dan Efektivitas Bahan Ajar Cetak meliputi Hand Out, Modul, Buku*, Padang: Universitas Negeri Padang.
- Bayat, A, (2002), *Science, Medicine, and the Future*, Bioinformatics: BMJ 324: 1018-1022.
- Buttler, D, (2001), Are You ready for the revolution Nature, 409: 758-60.
- Celikler, D., & Aksan, Z, (2012), The Effect of The Use Of Worksheets About Aqueous Solution Reactions on Pre-service Elementary Science Teachers Academic Success, *Procedia- Sosial and Behavioral Science*, 46, 4611-4614.
- Doolittle, R, D., Hunkapiller, M, W., Hood, L, E., Devare, S, G., Robbins, K, C., Aaronson, S, A., & Antoniades, H, (1983), Simian Sarcoma Virus onc Gene, v-sis, Is Derived from the gene (or genes) Encoding a Platelet-Derived Growth Factor, *Science*, 221(4607), pp,275-277.
- Effendi, Y, (2020), *Genetika Dasar*, Jawa Tengah : Pustaka Rumah Cinta.
- Emily, R, L, (2011), *Critical Thinking: A Literature Review*, Always Learning: Person.
- Ennis, (2006), *Gaya Berfikir*, Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Facione, P, A, (2013), *Critical Thinking What It Is and Why It Counts*, Millbrae, CA: Measured Reasons and The California Academic Press.
- Fallah, C, M., Windyariani, S., & Suhendar, (2018), Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Melalui Model Pembelajaran Search, Solve, Create and Share (SSCS) Berbasis Etnosains, *Jurnal Penelitian Pendidikan Biologi*, 2(1), 25-32.
- Fasha, A., Johar, R., & Ikhsan, M, (2018), Peningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah dan Berpikir Kritis Matematis Siswa melalui Pendekatan Metakognitif, *Jurnal Didaktik Matematika*, 5(2).
- Fitriasari, D, N., & Yuliani, (2021), Pengembangan Lembar Kegiatan Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) Berbasis Guided Discovery Untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains Terintegrasi Pada Materi Fotosintesis Kelas XII SMA, *BioEdu*, 10(3).
- Hake, R, R, (1998), Interactive Engagement Versus Traditional Methods: A Six-Thousand- Student of Mechanics Test Data For Introductory Physics Course, *American Journal of Physics*, 66(1), 64-74.
- Hestari, S., Susantini, E., & Lisdiana, L, (2016), Validitas, Kepraktisan, dan Efektivitas Media Pembelajaran Magnetik pada Materi Mutasi Gen, *BioEdu*, 5(1).

- Hidayah, A., Winingsih, P., & Amalia, A, (2020), Pengembangan E-LKPD Fisikfa dengan 3D PageFip Berbasis Problem Basd earning pada pokok Bahasan Keseimbangan dan Dinamika Rotasi, *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 7(2): 36-34.
- Hilwa, W, (2020), Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik IPA berbasis pemahaman konsep pada materi campuran siswa kelas v di SDIT Nurul Huda Padang Bojonegoro, *Skripsi*, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Husnita, L, (2019), Analisis Tingkat Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi sel di SMA Negeri Palembang, *Bioilmi*, 5(2).
- Hussin, A, A, (2018), Education 4,0 Made Simple: Ideas For Teaching, *IJELS*, 6(3).
- Ikhwani, P, N., & Kuntjoro, S, (2021), Pengembangan Lembar Kegiatan Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) Berbasis Guided Inquiry pada Materi Perubahan Lingkungn untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas X SMA, *BioEdu*, 10(3).
- JK, A, K., & Yuliani, (2021), Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKDP) Berbasis Inkuiri pada Materi Fotosistesis untuk Meningkatkan Kemampuan Argumentasi Peserta Didik, *BioEdu*, 10(3).
- Johnson, E, (2010), *Contextual Teaching and Learning: Menjadikan Kegiatan Belajar Mengajar Mengasyikkan dan Bermakna*, Bandung: Penerbit Kaiffa.
- Kemdikbud, (2016), *Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2016*, Jakarta: Kemdikbud.
- Kono, R., Mamu, H, D., & Tangge, L, N, (2016), Pengaruh Model Problem Based Learning (PBL) Terhadap Pemahaman Konsep Biologi dan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Tentang Ekosistem dan Lingkungan di Kelas X SMA I SIGI, *Jurnal Sains dan Teknologi Tadulako* , 5(1).
- Kumar, (2012), Mathematic Performance of Primary School Students in Assam (India: An AnalysisnUsing Newman Procedure, *International Journal of Computer Application in Engineering Sciences*, 1(1); 36-45.
- Kurniahtunnisa, dkk., (2016), Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Materi Sistem Ekskresi, *Journal of Biology Education*, 5(5): 310-318.
- Klug, W, S., Cummings, M, R., Spencer, C, A., Palladino, M, A., & Killian, D, J, (2019), *Essntials of Genetics*, New York: Pearson.
- Lathifah, F., Hidayati, B., & Zulandri, (2021), Efektivitas 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.

- Leonard, & Amanah, N, (2014), Pengaruh Adversity Quotient (AQ) dan Kemampuan Berpikir Kritis Terhadap Prestasi Belajar Matematika, *Perspektif Ilmu Pendidikan* ,28(1).
- Lestari, I, (2013), *Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Kompetensi: Sesuai dengan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan*, Padang: Akademia Permata.
- Luscombe, N, M., Greenbaum, D., & Gerstein, (2001), *Review: What is bioinformatics An Introduction and Overview*, USA: Yearbook of Medical Informatics.
- Madji, & dkk, (2018), Peningkatan Komunikasi Ilmiah Siswa SMA Melalui Model Quantum Learning One Day One Question Berbasis Daily Life Science Question, *Unnes Physics Education Journal* , 7(1), 1-10.
- Masrinah, E, N., Aripin, I., & Gaffar, A, A, (2019), Problem Based Learning (PBL) untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis, *Seminar Nasional Pendidikan*, Hal, 1-9.
- Masruri, (2020), Metode Simulasi Berbasis Project Based Learning Sebagai Alternatif Upaya Meningkatkan Motivasi dan Hasil Belajar Konsep Mutasi pada Siswa Kelas XIII MIPA SMA Negeri 1 Moga Tahun Pelajaran 2019/2020, *Perspektif Pendidikan dan Keguruan*, XI(1).
- Miqro, Lathifah, F., Hidayati, N., & Zulandri, (2021), Efektivitas 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.
- Muriati, S, (2013), Pengembangan Bahan Ajar Biologi Sel dengan Model Addie pada Program Studi Pendidikan Biologi UIN Alauddin Makassar, *Tesis, Program Pascasarjana Universitas Negeri Malang*.
- McEntyre J, Ostell, J, (2002), *The NCBI Handbook, Bethesda (MD): National Center for Biotechnology Information, US*.
- Nias, S, B, (2019), Pendidikan di Era Revolusi Industri 4,0, *Jurnal Sundermann*, 1: 28-43.
- Nugroho, A., Witarto, A., & Handoko, (2003), Support Vector Machine: Teori dan Aplikasinya dalam Bioinformatika, *Ilmu Komputer*, pp, 1-11.
- Palumpun, N, e, (2022), Identification of Students Self Regulated Learning Using E-Modul Assited with Integrated Liveworksheets of Toraja's Local Potential, *Jurnal Peneitian Pendidikan*, 8(2), 8-565.
- Permendikbud, (2018), *Perubahan Atas Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan*, Jakarta: jdih, kemdikbud,go,id.

- Permendiknas, (2016, 06 Juni), Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah, Jakarta.
- Purnama, M, E, (2021), Pengembangan Modul Elektronik Berbasis Guided Inquiry Materi Sistem Sirkulasi Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa SMA/MA, *Tesis*, Universitas Muhammadiyah Palembang.
- Rahayu, W, E,, & Sudarmin, (2015), Pengembangan Modul IPA Terpadu Berbasis Etnosains Tema Energi Dalam Kehidupan untuk Menanam Jiwa Konservasi Siswa, *Unnes Science Education Journal*, 4(2).
- Ridwan, (2010), *Variabel-Variabel Penelitian* , Bandung : Alfabeta.
- Rockyane, I, S, (2018), Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Menggunakan Adobe flash Dalam Pembelajaran Menulis Cerita Siswa Kelas IV SD, *JPGSD*, 6(5), 767-776.
- Sasson, I, Y,, & Malkinson, N, (2018), Fostering the skills of critical thinking and quwstion-posing in a project learning environment, *Thinking Skills and Creativity*, 29: 203-212.
- Seftiani, S, (2019), *E-LKPD Peredaran Darah dengan Model Inkuiri Terimbing*, Pekanbaru: Pascasarjana Universitas Riau.
- Setiawan, E,, & Indana, S, (2021), Pengembangan Media Pembelajaran Modul pada Materi Animalia Kelas X SMAN 1 Pontianak, *BioEdu* , 10(2): 250-56.
- Sihotang, K, K,, & Molan, B, U, (2021), *Critical Thinking: Membangun Pemikiran Logis*, Jakarta: PT, Pustaka Sinar Harapan.
- Sofyan, H,, Wagiran, Komariah, K,, & Triwiyono, E, (2017), *Problem Based Learning dalam Kurikulum 2013*, Yogyakarta: UNY Press.
- Sugiyono, (2016), *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*, Bandung: PT, Alfabet.
- Syamsidah, & Suryani, H, (2018), *Buku Model Problem Based Learning (PBL)*, Yogyakarta: Grup Penerbitan CV Budi Utama.
- Thiagarajan, I,, & dkk, (1974), *Instructional Developemnt For Training Teacher of Exceptional Children*, Minnesota: University of Minnesota.
- Thieman, W, J,, & Palladino, M, A, (2013), *Introduction to Biotechnology*, USA: Pearson Education.
- Travis, T, Y, (2015), Definising and Measuring Academic Succes, The Pennsylvania State University, *Practical Assesment, Research & Evaluation* ,20(5).
- Uyub, M, (2022), Rancangan Pembelajaran Berkarakteristik Pembelajaran Inovatif Abad 21 pada Materi Teks Deskriptif dengan Model Pembelajaran *Problem Based Learning* di SMP Negeri 1 Talang , *Jurnal Pendidikan Cakrawala*, ISSN: 2549-93000.

- Wahyuningsih, A, (2011), Pengembangan Media Komik Bergambar Materi Sistem Saraf untuk Pembelajaran yang Menggunakan Strategi , *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 1(2).
- Warsono, & Harianto, (2013), *Pembelajaran Aktif*, Bandung : Remaja Rosdakarya.
- Warsono, & Hariyanto, (2012), *Pembelajaran Teori Aktif Dalam Asesmen*, Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Wicaksono, D, (2014), Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Berbahasa Inggris Berdasarkan Teori Kecerdasan Majemuk (Multiple Intelligences) pada Materi Balok dan Kubus untuk Kelas VII SMP, *Jurnal Elektronik Pembelajaran Matematika*, 2(5) ISSN:29-1685, 534-549.
- Widana, I, W., & Muliani, P, L, (2020), *Uji Prasyarat Analisis*, Pontianak: Klinik Media.
- Widiyanto, J, (2010), *SPSS for Windows untuk Analisis Data Statistik dan Penelitian*, Surakarta: BP-FKIP UMS.
- Widoyoko, E, (2012), *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*, Yogyakarta: Pustaka Belajar.
- Witarto, A., & Sajidan, (2010), Bioinformatika; Tren dan Prospek dalam pengembangan keilmuan biologi, *Seminar Nasional Pendidikan Biologi FKIP UNS*.
- Wingert, J., Wasileski, S., Peterson, K., & Mathews, L, L, (2011), Enhancing Integrative Experiences: Evidence of Student Perceptions of Learning Gains from Cross-Course Interactions, *Journal of The Scholarship of Teaching and Learning*, 11(3): 34-57.
- Yudasmaru, G., & Purnami, D, (2015), Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Biologi untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa SMP, *Jurnal Pendidikan dan Pengajaran* , 48(1-3), 1-8.
- Zahiroh, N, (2017), Pengembangan Buku Ajar Matematika dan Media Monopoli untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas V MI Nuru Huda Sukun Malang, *Jurnal Persada: Kajian Ilmu Pendidikan*, 1(1).
- Zahroh, D, A., & Yuliani, (2021), Pengembangan E-LKPD Berbasis Literasi Sains untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Pertumbuhan dan Perkembangan, *BioEdu*, 10(3).
- Zubaidah, S, (2010), Berpikir Kritis: Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi yang Dapat Dikembangkan melalui Pembelajaran Sains, *Seminar Nasional Sains dengan Tema Optimalisasi Sains untuk Memberdayakan Manusia*, 16.
- Zubaidah, S, (2017), Keterampilan Abad ke-21: Keterampilan yang Diajarkan Pembelajaran, *ResearchGate*, Hal, 1-18.