

Pengembangan Pembelajaran Berdiferensiasi Berbantuan Virtual Reality pada Pembelajaran Biologi

Development of Differentiated Learning Assisted by Virtual Reality in Biology Learning

Arsad Bahri¹⁾, Asham Bin Jamaluddin¹⁾, Wahyu Hidayat M^{2)*}, Sutrisno Nurhadi Ali¹⁾, Aulia Diar Hasja¹⁾, Nur Aisyah Ainun¹⁾

¹⁾ Pendidikan Biologi, Universitas Negeri Makassar

²⁾ Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer, Universitas Negeri Makassar

ABSTRAK

Penelitian ini adalah penelitian pengembangan (Research & Development) yang bertujuan meningkatkan pemahaman siswa tentang konsep-konsep biologi yang abstrak dengan cara yang lebih interaktif dan menarik sehingga siswa lebih tertarik dan terlibat aktif dalam proses pembelajaran. Proses pengembangan Pembelajaran berbasis diferensiasi mengacu pada model pengembangan model 4-D oleh Thiagarajan. Penelitian ini dilaksanakan di SMAN 21 Makassar dengan subjek penelitian yaitu siswa kelas XI IPA 2 sebanyak 32 orang siswa dan guru mata pelajaran Biologi sebanyak 2 orang. Instrumen penelitian yang digunakan berupa lembar validasi perangkat pembelajaran, angket respon guru dan angket respon siswa, lembar observasi keterlaksanaan serta instrumen tes berupa soal-soal pilihan ganda. Data tingkat kevalidan dan kepraktisan dikumpulkan dengan menggunakan angket serta data tingkat keefektifan dengan tes hasil belajar. Teknik pengumpulan data terdiri atas teknik non tes dan tes. Hasil penelitian menunjukkan perangkat pembelajaran yang meliputi modul ajar, Lembar Kerja Siswa, Media, dan Tes Hasil Belajar yang bersifat valid, praktis, dan efektif dalam meningkatkan keterampilan hasil belajar siswa. Perangkat pembelajaran berada pada kategori terlaksana seluruhnya, respon guru dan siswa masing-masing berkategori sangat praktis dan praktis. Perangkat pembelajaran berkategori efektif dengan ketuntasan tes hasil belajar masing-masing sebesar 82,4%.

Kata kunci: Pembelajaran Berbasis Diferensiasi, Media Virtual Reality, Pembelajaran Biologi.

ABSTRACT

The aim of this development research (Research & Development) project is to improve students' understanding of abstract biology concepts in a more interactive and interesting way so that students are more interested and actively involved in the learning process.

* Korespondensi:

email: wahyu.hidayat@unm.ac.id

Thiagarajan's 4-D model development model is referred to in the differentiation-based learning development process. It was conducted at SMAN 21 Makassar with 30 students in class XI and two biology teachers as research subjects. Multiple-choice questions from tests, teacher and student response surveys, implementation observation sheets, and learning device validation sheets were the study tools employed. Questionnaires were used to get information on the validity and practicality of the program, and learning outcomes tests were used to gather information on its effectiveness. Several test and non-test data collection methods are used. The findings of the study demonstrate the validity, applicability, and efficacy of learning tools in enhancing students' learning outcomes competencies. These resources include instructional modules, student workbooks, media, and learning outcomes exams. The categories for the learning resources are fully realized and extremely practical, respectively, as are the instructor and student responses. With an overall learning result test score of 82.4%, the learning resources are classified as effective.

Keywords: Differentiation Based Learning, Virtual Reality Media, Learning Biology.

PENDAHULUAN

Digitalisasi aktivitas manusia dalam seluruh bidang kehidupan bahkan berkembang menuju era *Metaverse*, khususnya pada bidang pendidikan yang mengarahkan pada transformasi paradigma pendidikan. Transformasi tersebut menjadi katalisator dalam proses peningkatan mutu pendidikan Bangsa Indonesia. Pendidikan dapat meningkatkan kualitas kehidupan manusia baik secara individu maupun secara kelompok (Bahri et al., 2023). Oleh karena itu, kualitas pendidikan di Indonesia perlu mendapat perhatian khusus dalam rangka meningkatkan kualitas sumber daya manusia (Istikomah et al., 2020).

Akselerasi peningkatan kualitas pendidikan dapat dilakukan melalui pradigma baru dengan mengimplementasikan kurikulum merdeka (Zulaiha et al., 2022). Sekolah yang telah menerapkan kurikulum merdeka wajib untuk mengutamakan proses pembelajaran berdiferensiasi karena siswa memiliki potensi minat dan bakat yang unik. Guru memiliki peran yang fundamental dalam mengimplementasikan pembelajaran berdiferensiasi untuk mengembangkan siswa berdasarkan keunikannya (Usman et al., 2022).

Keunikan siswa menjadi tantangan profesionalisme pendidik. Tantangan profesional pendidik dalam pembelajaran berdiferensiasi membuat beberapa pendidik belum maksimal dalam mengaplikasikan pendekatan tersebut. Pendidik terbiasa menggunakan sistem pembelajaran satu arah yang berpusat pada pendidik sendiri, namun dalam pembelajaran berdiferensiasi pendidik sebagai fasilitator sehingga pembelajaran berpusat pada siswa. Fakta yang sering ditemukan di kelas adalah siswa memperoleh pembelajaran yang seragam dan belum dapat memenuhi kebutuhan belajarnya (Bahri et al., 2021). Hasil penelitian dari Minasari & Susanti, (2023); Suwartiningsih, (2021) yang menyampaikan bahwa penerapan pembelajaran berdiferensiasi dapat meningkatkan hasil belajar materi Biologi. Pembelajaran berdiferensiasi merupakan penyesuaian terhadap potensi siswa agar tercapai peningkatan hasil belajar (Herwina, 2021; Pane et al., 2022).

Namun, saat ini pengembangan VR tidak begitu pesat. Di Indonesia pengembangan materi sekolah dengan VR hampir tidak ada (Astari, 2021). Penggunaan media

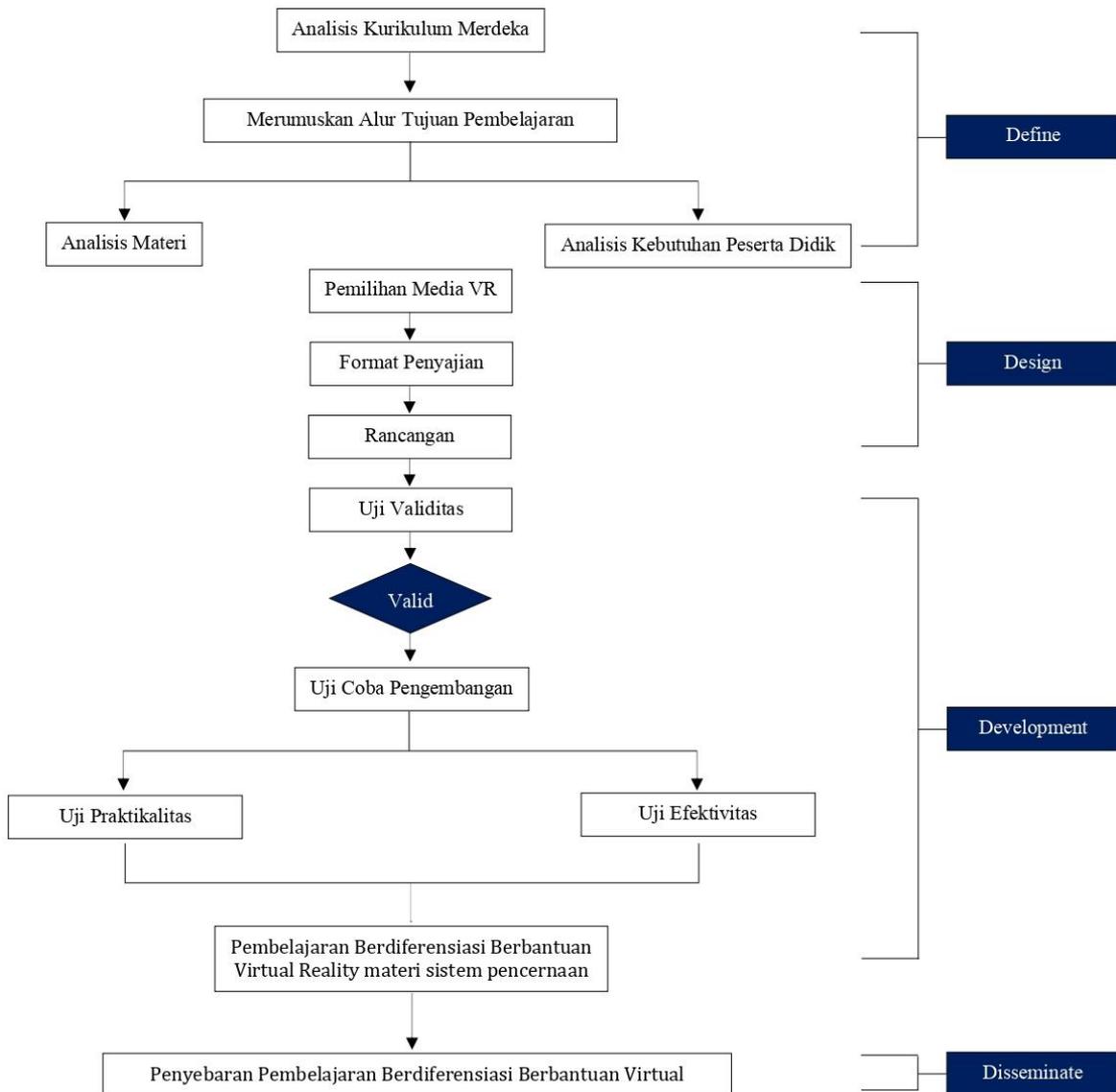
pembelajaran dalam proses belajar materi biologi sangat dibutuhkan, terutama bahasan yang sifatnya abstrak, tidak dapat divisualisasikan dengan mudah (Sifa' et al., 2019). Aplikasi Berbasis VR untuk mendukung proses pembelajaran organ pencernaan manusia merupakan salah satu alternatif media untuk membantu dalam pembelajaran (Tarmizi et al., 2020). VR merupakan sebuah terobosan teknologi terbaru yang digunakan untuk merealisasikan materi pembelajaran yang abstrak (Pradhana et al., 2023). Teknologi menjadi inovasi yang harus dipotimalkan dalam proses pembelajaran berdiferensiasi khususnya dalam pembelajaran biologi.

Peningkatan hasil belajar siswa baik secara kognitif maupun afektif dengan menggunakan *Virtual Reality* (VR) dalam pembelajaran biologi di sekolah menengah atas. Selain itu, respons siswa terhadap penggunaan VR dalam pembelajaran biologi sangat positif, dan VR dapat menjadi alat yang efektif untuk meningkatkan motivasi dan minat siswa dalam pembelajaran biologi (Nguyen et al., 2021). VR membuat pembelajaran biologi menjadi lebih bermakna khususnya dalam pembelajaran biologi (Christopoulos et al., 2022). Biologi sangat membutuhkan model visualisasi yang lebih kompleks sehingga siswa dapat melihat konsep pembelajaran lebih nyata dan tidak hanya terfokus pada buku atau penjelasan materi oleh pengajar saja (Pramesti et al., 2022).

Berdasarkan rasionalitas tersebut maka sangat penting untuk mengoptimalkan inovasi pembelajaran. Inovasi pembelajaran pada penelitian ini yaitu diferensiasi proses melalui inovasi media pembelajaran berupa VR. Mata pelajaran biologi yang dapat dilakukan dalam rangka menyambut revolusi industri 4.0 sekaligus mendukung proses pembelajaran yang berdiferensiasi atau berbeda (Bahri et al., 2022).

METODE

Penelitian ini merupakan *Research and Development*, yakni mengembangkan perangkat pembelajaran biologi dengan materi Sistem pencernaan berbasis pembelajaran Pengembangan perangkat meliputi modul ajar, LKPD, dan Penelitian ini menggunakan model 4D yang dikembangkan oleh Thiagarajan dan terdiri dari 4 tahap, yaitu tahap *Define* (Pendefinisian), *Design* (Perancangan), *Develop* (Pengembangan), dan *Disseminate* (Penyebarluasan). Alur penelitian diuraikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri 21 Makassar. Waktu penelitian akan dilaksanakan pada bulan April-Oktober 2023. Objek dalam penelitian ini yaitu pengembangan perangkat pembelajaran biologi berbasis diferensiasi kelas XI IPA 2 SMA Negeri 21 Makassar. Pengumpulan data dilakukan dengan cara memberikan lembar validasi, angket respon keterlaksanaan pembelajaran, dan instrumen tes. Lembar validasi digunakan untuk mengetahui kelayakan perangkat pembelajaran yang terdiri dari validitas dan reliabilitas. Angket respon digunakan untuk mengetahui kepraktisan perangkat pembelajaran, dan instrumen tes digunakan untuk mengetahui keefektifan perangkat pembelajaran. Penilaian pada lembar validasi dinilai menggunakan skala *Likert*. Data penilaian validator dikonversi menjadi kriteria validitas perangkat pembelajaran dengan kategori seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Kategori Tingkat kevalidan

Skor	Tingkat Kevalidan
4,50-5,00	Sangat Valid
3,50-4,49	Valid
2,50-3,49	Cukup Valid
1,50-2,49	Kurang Valid
1,00-1,49	Tidak Valid

Sumber: Ramadhana et al., 2022

Kepraktisan perangkat pembelajaran berdiferensiasi diukur berdasarkan hasil penilaian dari siswa dan guru mata pelajaran biologi di SMA Negeri 21 Makassar yang ditentukan dengan respon guru seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Penilaian Item Angket Guru dan Siswa

Kategori	Skor Setiap Pernyataan Negative	Skor Setiap Pernyataan Positif
Sangat Setuju	1	5
Setuju	2	4
Kurang Setuju	3	3
Tidak Setuju	4	2
Sangat Tidak Setuju	5	1

Sumber: Febriana (2021)

Menurut Sudjana, 2007 (dalam Febriani et al., 2019), untuk menentukan persentase penilaian responden digunakan rumus:

$$PPR = \frac{\sum \text{Skor Responden}}{\sum \text{Responden} \times \sum \text{item} \times \sum \text{tertinggi}} \times 100\% \quad (1)$$

Setelah diperoleh persentase penilaian responden selanjutnya ditentukan skor persentase indikator pernyataan menggunakan rumus:

$$SIP = \frac{\sum \text{Skor aspek penilaian}}{\sum \text{Aspek}} \quad (2)$$

Selanjutnya skor persentase indikator pernyataan responden disesuaikan dengan kriteria kepraktisan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kategori Penilaian Kepraktisan Guru dan Siswa

Nilai	Keterangan
76%-100%	Sangat Praktis
51%-75%	Praktis
26%-50%	Kurang Praktis
0%-25%	Tidak Praktis

Sumber: Riduwan (2012)

Pengembangan perangkat pembelajaran berdiferensiasi dikatakan praktis apabila hasil rata-rata respon guru dan siswa berada kategori sangat praktis dan praktis penilaian dikatakan tidak praktis apabila analisis data penilaian berada pada kategori kurang praktis dan tidak praktis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Pengembangan perangkat pembelajaran pada penelitian ini merujuk pada tiga syarat kualitas yakni valid, praktis, dan efektif. Perangkat pembelajaran yang dimaksud dalam penelitian meliputi modul ajar, LKPD, Media, dan THB. Perangkat pembelajaran divalidasi oleh 3 validator ahli dan 2 validator praktisi untuk mengetahui kelayakan perangkat pembelajaran berbasis diferensiasi. Perangkat pembelajaran dikatakan layak jika penilaian validitas berada pada kategori valid.

Penilaian para ahli terhadap perangkat pembelajaran meliputi modul ajar, LKPD, Media Pembelajaran, dan THB yang dikembangkan secara umum berada pada kategori sangat valid dan memberikan kesimpulan baik dan dapat digunakan dengan sedikit revisi, hal ini berarti bahwa seluruh perangkat pembelajaran yang divalidasi telah layak untuk diujicobakan. Hasil akhir revisi perangkat pembelajaran tersebut dijadikan perangkat draft kedua (prototipe II) yang digunakan pada uji coba perangkat. Hasil rekapitulasi validasi instrumen perangkat pembelajaran dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Skor Validasi Ahli

No	Komponen	Skor	Kategori
1	Perencanaan pembelajaran berdiferensiasi	84	Baik
2	Strategi pembelajaran berdiferensiasi	82	Baik
3	Bahan pembelajaran berdiferensiasi	82	Baik
4	Media pembelajaran berdiferensiasi	82	Baik
5	Evaluasi pembelajaran berdiferensiasi	84	Baik
Rata-rata Skor		82,8	Baik

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Berdasarkan Tabel 4, diperoleh skor rata-rata hasil validasi pengembangan pembelajaran berdiferensiasi oleh penilai ahli (validator) sebesar 82,8 dengan kategori baik. Hal ini menunjukkan produk awal pengembangan produk pembelajaran berdiferensiasi berbantuan media VR dalam pembelajaran biologi pada siswa SMA Negeri 21 Makassar yang akan diuji cobakan termasuk kategori baik, dan dianggap layak untuk di uji cobakan.

Setelah melakukan uji coba pada siswa kelas XI IPA 2 yang berjumlah 32 orang untuk mencapai tujuan: (1) Menguji kesesuaian produk; (2) Mengobservasi proses aplikasi produk pengembangan pembelajaran berdiferensiasi.(3) Mengetahui efektifitas produk Untuk mengetahui hasil uji coba pengembangan pembelajaran berdiferensiasi berbantuan media VR di kelas XI IPA 2 SMA Negeri 21 Makassar maka dilakukan wawancara dengan responden, dan pengisian angket berdasarkan data, diperoleh rata-rata skor hasil ujicoba pengembangan pembelajaran berdiferensiasi terhadap produk awal dengan data pada Tabel 5 sebagai berikut:

Tabel 5. Skor Uji Coba

No	Komponen	Skor	Kategori
1	Perencanaan pembelajaran berdiferensiasi	88	Baik
2	Strategi pembelajaran berdiferensiasi	88	Baik
3	Bahan pembelajaran berdiferensiasi	86	Baik
4	Media pembelajaran berdiferensiasi	85	Baik
5	Evaluasi pembelajaran berdiferensiasi	86	Baik
Rata-rata Skor		86,6	Baik

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Berdasarkan Tabel 5, diperoleh skor rata-rata hasil uji coba produk pengembangan pembelajaran berdiferensiasi berbantuan media VR di kelas XI IPA 2 SMA Negeri 21 Makassar dengan skor 86,6 berada pada kategori baik. Hal ini menunjukkan bahwa produk awal pengembangan pembelajaran berdiferensiasi yang telah dilakukan pada siswa kelas XI IPA 2 layak, berkategori baik dan mampu meningkatkan minat siswa dalam pembelajaran. Maka tahap selanjutnya adalah menguji cobakan dan mengimplementasikan produk pengembangan pembelajaran berdiferensiasi berbantuan media VR pada siswa XI IPA 3, IPA 4, dan IPA 5.

Tahap evaluasi ini bertujuan apakah kegiatan atau proses yang telah dilakukan berhasil, sesuai dengan harapan awal, atau tidak. Tahap evaluasi ini dilakukan dengan mengukur efektivitas pengembangan pembelajaran diferensiasi berbantuan media VR pada siswa SMA Negeri 21 Makassar, Secara umum ukuran efektivitas model pengembangan bisa ditentukan dengan cara: (1) menentukan target kuantitas produk pengembangan model tercapai, (2) menentukan target kualitas produk pengembangan, 3) target waktu yang digunakan untuk pengembangan model, dan 4) Kebermanfaatan produk pengembangan pembelajaran berdiferensiasi. Peneliti mengukur secara kualitatif efektivitas ini dengan menilai minat siswa dalam pembelajaran mengaplikasikan model yang telah dirancang dan diuji cobakan dalam penelitian ini.

Pengukuran efektivitas produk pengembangan secara kuantitatif, yaitu melalui perhitungan presentase ketercapaian kualitas produk pengembangan. Perhitungan ini didasarkan pada penilaian dari responden yang terdiri dari para validator dan siswa peserta uji coba pengembangan pembelajaran berdiferensiasi berbantuan media VR. Berdasarkan analisis diperoleh rata-rata skor dari penilaian responden sebesar 84,7%. Hal ini berarti kualitas produk pengembangan model pengembangan pembelajaran berdiferensiasi berbantuan media VR termasuk kategori baik dan efektif untuk diterapkan dalam pembelajaran biologi pada siswa SMA Negeri 21 Makassar. Peneliti sebagai pengembang masih perlu melakukan refleksi sehingga produk pengembangan bisa dihasilkan dengan lebih baik dan berdaya guna tinggi.

Pembahasan

Setiap kali seorang guru menjangkau individu atau kelompok kecil untuk memvariasikan pengajarannya untuk menciptakan pengalaman belajar terbaik (Azizah et al., 2023; Ginja & Chen, 2020; Sonia, 2022). Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi proses pembelajaran adalah penggunaan media pembelajaran (Berlian et al., 2023). Perlunya inovasi pembelajaran yang merangsang siswa tertarik mengikuti kegiatan pembelajaran

(Febrianti et al., 2022). Khususnya proses pembelajaran yang mengintegrasikan teknologi yang saat ini sangat berkembang (Pane et al., 2022)

Asesmen awal penelitian ini bertujuan untuk mengukur pemahaman awal siswa sebelum proses pembelajaran. Asesmen berupa tes, kuesioner, observasi, atau wawancara yang dirancang khusus untuk mengevaluasi pengetahuan, keterampilan, dan sikap siswa terkait materi sistem pencernaan. Sehingga peneliti bisa merancang strategi pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan dan tingkat pemahaman masing-masing siswa. Selain itu, hasil asesmen awal digunakan sebagai dasar perbandingan untuk mengukur kemajuan siswa setelah mengikuti pembelajaran sekaligus untuk mengukur tingkat efektivitas pembelajaran secara lebih komprehensif.

Diferensiasi materi dilakukan dengan menyajikan materi secara bertingkat sesuai tingkat kompleksitasnya. Misalnya, untuk siswa tingkat awal, materi disajikan secara sederhana dengan fokus pada organ-organ sistem pencernaan. Sedangkan untuk siswa tingkat lanjutan, materi diperdalam dengan menjelaskan proses-proses kimia yang terjadi selama pencernaan makanan.

Siswa dapat mengikuti perjalanan makanan dari mulut sampai ke usus sehingga memahami proses pencernaan secara lebih visual dan interaktif. Selain itu, aplikasi VR juga bisa menyajikan kuis atau mini games yang membuat pembelajaran jadi lebih menyenangkan dan interaktif. Dalam penelitian ini, diferensiasi proses mencakup berbagai metode pembelajaran yang disesuaikan dengan tingkat pemahaman siswa. Misalnya, untuk siswa visual, materi disajikan dalam bentuk video animasi yang menggambarkan proses pencernaan secara detail. Sedangkan untuk siswa auditori, materi disampaikan melalui podcast atau diskusi kelompok.

Diferensiasi proyek dilakukan dengan memberikan tugas proyek yang berbeda-beda sesuai dengan tingkat pemahaman dan minat siswa. Contohnya, siswa tingkat lanjutan diarahkan untuk membuat presentasi tentang proses pencernaan secara detail, sedangkan siswa tingkat awal diarahkan membuat poster yang menjelaskan organ-organ dalam sistem pencernaan. Sehingga, setiap siswa bisa belajar sesuai dengan kebutuhan dan kemampuannya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelompok eksperimen yang menggunakan platform pembelajaran VR memiliki peningkatan yang signifikan dalam pemahaman konsep biologi dan hasil belajar kognitif dibandingkan dengan kelompok kontrol. Selain itu, siswa yang menggunakan platform VR juga melaporkan tingkat motivasi yang lebih tinggi dalam belajar biologi.

Media pembelajaran berbasis VR memiliki keunggulan yaitu siswa dapat melihat materi pembelajaran secara nyata sehingga sangat menarik bagi siswa dengan menggunakan aplikasi teknologi terkini (Rahmawati et al., 2022). VR membawa pengguna untuk dapat memasuki sebuah keadaan yang divisualisasikan seolah-olah nyata atau terjadi di hadapan mereka (Fitria, 2023)

Berdasarkan hasil rata-rata yang diperoleh menunjukkan adanya peningkatan hasil belajar yang lebih tinggi setelah menggunakan media VR. Adanya media pembelajaran berbasis VR dapat menjadi acuan pembuatan media pembelajaran yang lebih inovatif (Bramantya, 2020). Metode VR diyakini dapat menjadi metode pembelajaran masa depan

karena menembus batas ruang dan waktu serta dapat digunakan di semua kalangan, termasuk anak usia dini dan siswa berkebutuhan khusus (Arsadhana et al., 2022)

VR juga membuat pembelajaran menjadi lebih efektif dan efisien karena akan menghemat waktu dan juga biaya (Fardani, 2020). Setelah melaksanakan uji coba pelaksanaan pengembangan pembelajaran berdiferensiasi berbantuan media VR, siswa kelas XI IPA 2 SMA Negeri 21 Makassar memperoleh pengalaman baru dan ketrampilan baru. Hal ini juga menunjukkan bahwa guru lebih paham akan perlunya pengembangan pembelajaran berdiferensiasi berbantuan media VR dalam pembelajaran biologi pada siswa yang ada di SMA Negeri 21 Makassar.

Pembelajaran berdiferensiasi memberikan peluang kepada guru dan siswa untuk berkreasi bahkan berinovasi. Hal ini dipertegas oleh Marlina (2021), yang menyatakan bahwa titik berat dalam pembelajaran berdiferensiasi terletak pada cara guru yang memperhatikan kekuatan dan kebutuhan siswa. Sedangkan pendapat Puspitasari et al., (2020), yang menyatakan bahwa pembelajaran berdiferensiasi menjadi solusi terbaik untuk memecahkan masalah keberagaman kemampuan siswa saat belajar dalam satu kelas dan pemilihan materi dan proses belajar. Pemilihan materi untuk pembelajaran berdeferensiasi guru harus menentukan kompetensi atau bahan ajar yang lebih menantang sesuai dengan konsep pembelajaran berdeferensiasi. Sehingga, guru harus mempertimbangkan kesiapan belajar, minat siswa dan profil belajar siswa karena siswa dituntut untuk menunjukkan komitmen, tanggung jawab dan kemandirian dalam melaksanakan tugasnya.

Proses pembelajaran berdiferensiasi, memodifikasi tema tertentu dari materi pelajaran serta bekerjasama dan berkolaborasi dengan guru yang lain yang relevan. Selanjutnya, dapat mengeksplorasi bentuk kegiatan pembelajaran. Pembelajaran berdiferensiasi akan memperlihatkan kreativitas siswa sesuai dengan bakatnya masing masing. Hal ini Mengarahkan Siswa untuk siap dengan pengetahuan, kemampuan untuk mengaplikasikan pengetahuan, waktu dan energi yang dibutuhkan untuk mengerjakan tugas.

Assesmen awal pada penelitian ini menggunakan tes diagnostik. Tes diagnostik kebutuhan siswa khususnya dalam sistem pencernaan. Tes diagnostik akan mengetahui kelebihan dan kekurangan siswa khususnya kebutuhan terhadap media pembelajaran yang inovatif dan interaktif. Berdasarkan hasil diagnostik yang telah dilakukan ditemukan bahwa siswa belum pernah mendapatkan media pembelajaran yang memberikan bentuk visualisasi yang nyata khususnya pada materi biologi yang bersifat abstrak. Materi pembelajaran yang bersifat abstrak seharusnya dibuat menarik bagi siswa membutuhkan media pembelajaran yang interaktif

Pembelajaran biologi khususnya materi sistem pencernaan. Karakteristik sistem pencernaan yang terdiri proses mekanik dan kimiawi yang terkadang hanya dipahami sebagai teori sehingga diperlukan proses visualisasi untuk menghindari miskonsepsi (Dhaniawaty et al., 2021; Maisarah et al., 2023; Nofitasari et al., 2021). Penelitian terdahulu, materi sistem pencernaan menggunakan augmented reality yang memiliki kekurangan yaitu. Sedangkan dengan menggunakan VR akan mengarahkan siswa untuk memahami sistem pencernaan secara lebih mendalam sehingga siswa dapat mengamati proses-proses yang terjadi di dalam tubuh dengan cara yang realistis. Teknologi VR akan mengarahkan siswa untuk melakukan simulasi dan interaksi lebih mendalam dengan lingkungan digital,

sehingga bisa terlihat mirip dengan aslinya melalui tampilan 3D (Endarto & Martadi, 2022; Jayawardana & Gita, 2020).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan pembelajaran diferensiasi berbantuan Teknologi VR pada mata pelajaran biologi konsep sistem pencernaan kelas XI SMA Negeri 21 Makassar dapat disimpulkan bahwa Pengembangan pembelajaran diferensiasi pada mata pelajaran biologi konsep sistem pencernaan kelas XI SMA Negeri 21 Makassar dikembangkan dengan model *4D (Define, Design, Develop, Disseminate)*. Pengembangan pembelajaran diferensiasi berbantuan teknologi VR pada mata pelajaran biologi konsep sistem pencernaan kelas XI SMA Negeri 21 Makassar bersifat valid, praktis, dan efektif.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan yang telah dilaksanakan oleh peneliti, maka diajukan saran untuk peneliti yang ingin melanjutkan penelitian ini agar melakukan penelitian eksperimen berbasis pengaruh untuk lebih mengetahui bagaimana pembelajaran diferensiasi berbantuan teknologi VR untuk mengetahui bagaimana VR ini jika diujicobakan di beberapa sekolah.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsadhana, I. W. A. S., Dewi, N. K. R. S., & Putri, N. K. J. K. (2022). Aplikasi Pembelajaran Berbasis Virtual Reality Sebagai Inovasi Pendidikan Berkelanjutan di Era Society 5.0. *Prosiding Pekan Ilmiah Pelajar (PILAR)*, 2, 736–740.
- Astari, T. (2021). Evaluasi Diseminasi Virtual Reality (VR) sebagai Pembelajaran Inovatif. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 13(2), 1914–1923.
- Azizah, S. A., Usman, A., Fauzi, M. A. R., & Rosita, E. (2023). Analisis Gaya Belajar Siswa dalam Menerapkan Pembelajaran Berdeferensiasi. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 1(2), 12–12. <https://doi.org/10.47134/jtp.v1i2.74>
- Bahri, A., Abrar, A., & Arifin, A. N. (2021). Needs Analysis of Development Higher Order Thinking Skills-based E-module for Students High School. *Indonesian Journal of Educational Studies*, 24(1), 72–79.
- Bahri, A., Arifin, A. N., Jamaluddin, A. B., Muharni, A., & Hidayat, W. (2023). Smart Teaching Based on Lesson Study Promoting Student's Digital Literacy in The Rural Area. *Smart Teaching Based on Lesson Study Promoting Student's Digital Literacy in The Rural Area*, 12(2), 901–911.
- Bahri, A., Sahribulan, S., & Hidayat, W. (2022). Pelatihan Pengembangan Website Sekolah Bagi Guru dan Tenaga Pendidik di Sekolah Dasar Kabupaten Takalar. *Community Development Journal: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(3), Article 3. <https://doi.org/10.31004/cdj.v3i3.7817>

- Berlian, M., Salsabilla, D., Diniya, D., Junaidi, K., & Vebrianto, R. (2023). Pengembangan LKPD IPA Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains: Systematic Literature Review. *Sainsmat: Jurnal Ilmiah Ilmu Pengetahuan Alam*, 12(2), Article 2. <https://doi.org/10.35580/sainsmat122467322023>
- Christopoulos, A., Mystakidis, S., Cachafeiro, E., & Laakso, M.-J. (2022). Escaping the cell: Virtual reality escape rooms in biology education. *Behaviour & Information Technology*. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0144929X.2022.2079560>
- Dhaniawaty, R. P., Suci, A. L., & Hardiyana, B. (2021). Aplikasi Pembelajaran Multimedia Interaktif Mata Pelajaran IPA Mengenai Sistem Pencernaan Manusia Untuk Siswa SMP Kelas VII. *Jurnal Teknologi Dan Informasi*, 11(2), 183–194. <https://doi.org/10.34010/jati.v11i2.5574>
- Endarto, I. A., & Martadi, M. (2022). Analisis Potensi Implementasi Metaverse Pada Media Edukasi Interaktif. *BARIK*, 4(1), 37–51.
- Fardani, A. T. (2020). Penggunaan teknologi virtual reality untuk sekolah menengah pertama pada tahun 2010-2020. *E-Tech*, 8(1), 391851.
- Febriana, R. (2021). *Evaluasi Pembelajaran*. Bumi Aksara.
- Febriani, P., Holiwarni, B., & Amran, E. Y. (2019). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Autoplay Media Studio 8.5 Pada Subpokok Materi Kepolaran Senyawa dan Bentuk Molekul untuk Kelas X SMA/MA. *Jurnal Pendidikan Kimia Universitas Riau*, 4(1), Article 1.
- Febrianti, A. E., Wulan, I., Irfan, M., Mutmainna, A. S., Hadi, I. A., Side, S., & Arwadi, F. (2022). Efektivitas Penggunaan Media Liveworksheets dalam Model Pembelajaran Discovery Learning terhadap HOTS (High Order Thinking Skills) Siswa SMP Negeri 6 Makassar pada Mata Pelajaran IPA. *Sainsmat: Jurnal Ilmiah Ilmu Pengetahuan Alam*, 11(2), Article 2. <https://doi.org/10.35580/sainsmat112302682022>
- Fitria, T. N. (2023). Augmented Reality (AR) and Virtual Reality (VR) Technology in Education: Media of Teaching and Learning: A Review. *International Journal of Computer and Information System (IJCIS)*, 4(1), Article 1. <https://doi.org/10.29040/ijcis.v4i1.102>
- Ginja, T. G., & Chen, X. (2020). Teacher Educators' Perspectives and Experiences towards Differentiated Instruction. *International Journal of Instruction*, 13(4), 781–798. <https://doi.org/10.29333/iji.2020.13448a>
- Herwina, W. (2021). Optimalisasi Kebutuhan Murid dan Hasil Belajar dengan Pembelajaran Berdiferensiasi. *Perspektif Ilmu Pendidikan*, 35(2), Article 2. <https://doi.org/10.21009/PIP.352.10>
- Istikomah, I., Churahman, T., & Romadlon, D. A. (2020). Problematika Wali Murid Sekolah Muhammadiyah dalam Mendampingi Belajar Daring di Masa Pandemi Covid-19. *TADRIS: Jurnal Pendidikan Islam*, 15(2), 195–209. <https://doi.org/10.19105/tjpi.v15i2.3813>

- Jayawardana, H. B. A., & Gita, R. S. D. (2020). Inovasi pembelajaran biologi di era revolusi industri 4.0. *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, 6(1), Article 1. <https://doi.org/10.24252/psb.v6i1.15544>
- Maisarah, Ayudia, I., Prasetya, C., & Mulyani. (2023). Analisis Kebutuhan Media Digital Pada Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar. *Jurnal Pengajaran Sekolah Dasar*, 2(1), Article 1. <https://doi.org/10.56855/jpsd.v2i1.314>
- Marlina. (2021). *Panduan Pelaksanaan Model Pembelajaran Berdiferensiasi di Sekolah Inklusif*. CV Afifa Utama.
- Minasari, U., & Susanti, R. (2023). Penerapan Model Problem Based Learning Berbasis Berdiferensiasi berdasarkan Gaya Belajar Siswa pada Pelajaran Biologi. *Ideguru: Jurnal Karya Ilmiah Guru*, 8(2), Article 2. <https://doi.org/10.51169/ideguru.v8i2.543>
- Nofitasari, A., Lisdiana, L., & Marianti, A. (2021). Development of My Biology App Learning Media Based on Android Materials of Food Digestion Systems as Student Learning Source at Senior High School. *Journal of Innovative Science Education*, 10(1), Article 1. <https://doi.org/10.15294/jise.v9i2.38670>
- Pane, I. Z., Amalia, D. V., & Ilhami, A. (2022). Trend Penelitian IPA Berbasis Etnosains Melayu Riau: Systematic Literatur Review. *Sainsmat: Jurnal Ilmiah Ilmu Pengetahuan Alam*, 11(2), Article 2. <https://doi.org/10.35580/sainsmat112348612022>
- Pane, R. N. P. S., Lumbantoruan, S., & Simanjuntak, S. D. (2022). Implementasi Pembelajaran Berdiferensiasi Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa. *BULLET: Jurnal Multidisiplin Ilmu*, 1(03), Article 03.
- Pramesti, A. A., Sitompul, R. P., Sopiya, N., & Fitroh. (2022). Systematic Literature Review: Pemanfaatan Virtual Reality (VR) Sebagai Alternatif Media Pembelajaran. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 19(2), Article 2. <https://doi.org/10.23887/jptkuniksha.v19i2.48027>
- Puspitasari, V., Ruffi'i, & Walujo, D. A. (2020). Pengembangan Perangkat Pembelajaran dengan Model Diferensiasi Menggunakan Book Creator untuk Pembelajaran Bipa di Kelas yang Memiliki Kemampuan Beragam. *Jurnal Education and Development*, 8(4), 310–310.
- Rahmawati, R., Rahmawati, F., Putri, R. D., Nurdin, N., & Rizal, Y. (2022). Pengembangan Virtual Reality dalam Upaya Meningkatkan Kesiapan Mahasiswa untuk Menghadapi Pengenalan Lapangan Persekolahan. *Jurnal Basicedu*, 6(6), Article 6. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i6.4178>
- Ramadhana, F., Adnan, A., & Azis, A. A. (2022). Uji Validitas Pengembangan E-LKPD Berorientasi Hots Materi Sistem Pernapasan Sma Kelas Xi. *KROMATIN: Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi*, 3(1), Article 1.
- Riduwan. (2012). *Skala Pengukuran Variabel-variabel Penelitian*. Alfabeta.
- Sifa', B., Hasbiyati, H., & Afandi, B. (2019). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Virtual Reality (VR) pada Materi Sistem Peredaran Darah. *JURNAL BIOSHELL*, 8(2), Article 2. <https://doi.org/10.36835/bio.v8i2.915>

- Sonia, N. R. (2022). Supervisi Pengembangan Mutu Pendidikan: Tinjauan Konsep Developmental Supervision Glickman. *Southeast Asian Journal of Islamic Education Management*, 3(1), Article 1. <https://doi.org/10.21154/sajiem.v3i1.97>
- Suwartiningsih, S. (2021). Penerapan Pembelajaran Berdiferensiasi untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa pada Mata Pelajaran IPA Pokok Bahasan Tanah dan Keberlangsungan Kehidupan di Kelas IXb Semester Genap SMPN 4 Monta Tahun Pelajaran 2020/2021. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Indonesia (JPPI)*, 1(2), Article 2. <https://doi.org/10.53299/jppi.v1i2.39>
- Tarmizi, A. K., Hasbiyati, H., & Hakim, M. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Virtual Reality Pada Mata Kuliah Anatomi Dan fisiologi Manusia Pada Mahasiswa Semester VI Pendidikan Biologi. *JURNAL BIOSHELL*, 9(2), Article 2. <https://doi.org/10.36835/bio.v9i2.764>
- Usman, U., Lestari, I. D., Alfianisya, A., Octavia, A., Lathifa, I., Nisfiah, L., Aries, N. A. P., & Oktatira, R. (2022). Pemahaman Salah Satu Guru di MAN 2 Tangerang Mengenai Sistem Pembelajaran Berdiferensiasi pada Kurikulum Merdeka. *Jurnal Review Pendidikan Dan Pengajaran (JRPP)*, 5(1), Article 1. <https://doi.org/10.31004/jrpp.v5i1.4432>
- Zulaiha, S., Meisin, M., & Meldina, T. (2022). Problematika Guru dalam Menerapkan Kurikulum Merdeka Belajar. *Terampil: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Dasar*, 9(2), Article 2.