

Implementasi Inovasi Teknologi Berbasis Augmented Reality terhadap Peningkatan Kemampuan Pemahaman Konsep Biologi Siswa SMA

Nur Aisyah ^{1*}, Erwing ², Muliana ³

^{1, 2, 3} Universitas Muhammadiyah Bone, Indonesia

* anuraisyah972@gmail.com

Abstrak

Urgensi dari penelitian ini adalah untuk menjawab tantangan dalam pembelajaran biologi yang sering dianggap sulit dipahami oleh siswa karena banyaknya konsep abstrak dan materi yang kompleks. Inovasi teknologi seperti *Augmented Reality* (AR) diyakini dapat menjadi solusi efektif untuk membantu siswa dalam memvisualisasikan konsep-konsep biologi secara lebih nyata dan interaktif. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peran inovasi teknologi AR dalam meningkatkan kemampuan pemahaman konsep biologi pada siswa kelas XI MIPA SMA Negeri 7 Bone. Metode yang digunakan adalah penelitian kuantitatif dengan jenis pre-eksperimental menggunakan desain one group pre-test dan post-test. Sampel penelitian ini adalah siswa kelas XI MIPA 3 yang berjumlah 26 orang, dipilih dengan teknik purposive sampling. Data diperoleh melalui hasil pre-test, post-test, serta dokumentasi. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai signifikansi uji t berpasangan sebesar $0,00 < 0,05$, yang berarti terdapat perbedaan signifikan antara hasil pre-test dan post-test. Dengan demikian, penggunaan teknologi *Augmented Reality* terbukti berperan dalam meningkatkan kemampuan siswa dalam memahami konsep biologi, sehingga dapat dijadikan alternatif media pembelajaran inovatif yang mendukung peningkatan kualitas pendidikan.

Kata Kunci: *Inovasi Teknologi, Augmented Reality, Kemampuan Pemahaman Konsep, Pembelajaran Biologi*

Pendahuluan

Pembelajaran konvensional menjadi lebih canggih dengan penggunaan media digital yang sesuai dengan perkembangan siswa masa kini. Banyak kemajuan dalam teknologi pembelajaran baru membawa perubahan yang mendukung pembelajaran yang lebih efisien dan efektif (Yapici & Karakoyun, 2021). *Virtual reality*, multimedia interaktif, podcast, dan digital-video animasi adalah beberapa media pembelajaran digital yang sangat populer (Ashari, 2022). Media yang dipilih untuk teknologi pembelajaran digital ini didasarkan pada kapasitas media untuk memungkinkan siswa berpartisipasi secara interaktif selama proses belajar (Abykanova et al., 2016). Pengalaman belajar yang bermakna dan nyata dapat tercipta melalui partisipasi aktif siswa dalam pembelajaran, yang didorong oleh motivasi dan minat mereka berkat pemanfaatan media interaktif. Mereka juga dapat mempertahankan suasana pembelajaran yang menyenangkan (Md Enzai et al., 2020). Beberapa penelitian telah mulai menggunakan *Augmented Reality* (AR), sebuah produk turunan dari *virtual reality*, untuk membantu siswa belajar tentang biologi (Wahyuni & Yokhebed, 2019). Sebaliknya dengan realitas virtual yang hanya berada di dunia maya, AR membuat objek dalam dunia maya tersebut muncul seolah-olah di dunia nyata (Arifitama, 2022).

AR adalah teknologi yang menggabungkan dunia nyata dan dunia maya. AR menyertakan informasi digital seperti suara, video, gambar dua dimensi, dan tiga dimensi (Tendrita, 2017). Teknologi AR bisa digunakan sebagai alat pembelajaran untuk mendukung proses belajar (Amalia et al., 2022). AR bermanfaat untuk media pembelajaran dan pedagogik serta konten (Aripin & Suryaningsih, 2019). Era globalisasi setiap individu dituntut untuk mampu menghadapi tantangan teknologi dan beradaptasi dengan perkembangan zaman (Sirakaya & Sirakaya, 2018). Dunia pendidikan, khususnya bidang sains, menuntut guru dan siswa memiliki keterampilan teknis yang memadai agar proses pembelajaran dapat berlangsung secara efektif dan relevan (Oktaviana & Riandi, 2022). Penguasaan teknologi menjadi aspek penting karena mampu mendukung peningkatan kualitas pembelajaran serta menjawab kebutuhan peserta didik generasi digital (Xie et al., 2024). Teknologi AR hadir sebagai salah satu inovasi yang dapat dimanfaatkan dalam pembelajaran sains, terutama biologi. Media ini mampu menampilkan objek abstrak menjadi bentuk visual tiga dimensi sehingga memberikan pengalaman belajar yang lebih konkret, menarik, dan interaktif (Riskiono et al., 2020). Penerapannya dapat mencakup berbagai materi biologi, seperti struktur sel tumbuhan dan hewan, reproduksi virus, teori evolusi, sistem organ, serta konsep-konsep kompleks lainnya yang membutuhkan kemampuan visualisasi tinggi (Fauzan, 2020).

AR tidak terbatas pada satu jenjang pendidikan. Teknologi ini dapat digunakan mulai dari tingkat sekolah dasar, sekolah menengah pertama, hingga sekolah menengah atas (Juwita et al., 2021). Setiap jenjang pendidikan dapat menyesuaikan pemanfaatan teknologi tersebut dengan karakteristik peserta didik dan tujuan pembelajaran (Qumillaila et al., 2017). Pada tingkat dasar, *Augmented Reality* dapat menumbuhkan rasa ingin tahu siswa melalui visualisasi sederhana. Pada tingkat menengah, teknologi ini dapat memperdalam pemahaman konsep dengan penyajian materi yang lebih kompleks. Pada tingkat atas, AR dapat menjadi media pendukung analisis ilmiah sekaligus melatih keterampilan berpikir kritis. Kehadiran teknologi AR di dunia pendidikan mencerminkan upaya untuk menciptakan pembelajaran yang inovatif, adaptif, dan berorientasi pada kebutuhan masa depan (Cahyani, 2020). Media ini tidak hanya membantu siswa memahami materi biologi secara lebih baik, tetapi juga melatih mereka untuk terbiasa menggunakan teknologi modern dalam proses belajar. Teknologi AR muncul sebagai inovasi yang menjanjikan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran. Dengan menggunakan AR sebagai bagian dari pendidikan biologi, siswa dapat mengakses informasi tambahan, visualisasi 3D organisme dan proses biologis, serta simulasi interaktif yang memungkinkan pemahaman lebih dalam (Arifitama, 2022). Mengeksplorasi penggunaan AR untuk meningkatkan pemahaman konseptual siswa dan keterampilan digital materi sistem koordinasi (Nurhasanah et al., 2019). Hasilnya menunjukkan bahwa meskipun tidak pada bidang literasi digital siswa, namun memberikan dampak positif yang signifikan terhadap keterampilan pemahaman konsep siswa.

Hal ini terjadi karena proses pembelajaran tidak mencapai tahap penyelesaian materi sesuai rencana (Nurhasanah et al., 2019). Penggunaan AR dalam pembelajaran Biologi melalui teknik permainan memberikan pengalaman belajar yang menyenangkan, kolaboratif, interaktif, serta meningkatkan keterlibatan siswa dalam memahami anatomi manusia (Marzouk, 2015). Penggunaan AR terbukti efektif dengan tingkat efektivitas sebesar 89% terhadap pencapaian Kriteria Ketuntasan Minimal siswa dalam konsep sistem ekskresi manusia (Nurdiati, 2017). Penelitian terdahulu menunjukkan pengaruh positif AR terhadap peningkatan motivasi, hasil belajar, dan persepsi siswa dalam pembelajaran (Toledo-Morales & Sanchez-garcia, 2018). Teknologi ini memfasilitasi pemahaman materi secara lebih mendalam melalui visualisasi yang konkret dan kontekstual. AR menampilkan objek abstrak menjadi bentuk tiga dimensi yang

nyata, sehingga membantu siswa dalam menghubungkan konsep dengan fenomena yang dipelajari (Nurdiyanti, 2017). Materi Biologi yang kompleks, seperti sistem organ dan proses fisiologis, dapat dipahami dengan lebih mudah melalui pendekatan visual dan interaktif (Ismayani, 2020). Media konvensional sering kali tidak mampu menjembatani kesenjangan antara konsep abstrak dengan pengalaman nyata siswa. Kehadiran teknologi AR menawarkan solusi dalam meningkatkan efektivitas pembelajaran, khususnya pada materi yang menuntut keterampilan visualisasi tinggi.

Pemanfaatan AR berpotensi menjadi media pembelajaran inovatif yang mendukung tercapainya tujuan pendidikan abad 21. Penggunaan teknologi ini relevan dengan kebutuhan siswa generasi digital yang terbiasa dengan interaksi berbasis teknologi (Fuchsova & Korenova, 2019). Penerapan AR pada pembelajaran Biologi di tingkat sekolah menengah menjadi langkah strategis dalam meningkatkan kualitas proses dan hasil belajar. Dengan demikian, penelitian mengenai peran inovasi teknologi AR dalam pemahaman konsep Biologi memberikan kontribusi nyata bagi pengembangan model pembelajaran modern yang lebih efektif, adaptif, dan berorientasi pada kebutuhan peserta didik. Mempelajari cara menggunakan AR dalam pembelajaran biologi, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi penting untuk pengembangan pembelajaran abad-21. Untuk mempersiapkan siswa menghadapi tantangan masa depan, penting bagi mereka memperoleh pengalaman belajar yang inovatif. Oleh sebab itu, penelitian ini berfokus pada pemanfaatan AR sebagai media pembelajaran biologi, yang tidak hanya membantu siswa memahami materi secara mendalam, tetapi juga meningkatkan kreativitas dan keterlibatan mereka. Studi ini diharapkan mampu mengisi kekosongan literatur dengan menyediakan bukti empiris terkait penggunaan AR di sekolah.

Hasil observasi di SMA Negeri 7 Bone, penulis menemukan bahwa siswa masih terlalu bergantung pada guru dalam pelajaran biologi. Selanjutnya, guru masih menggunakan cara belajar yang biasa-biasa saja. Siswa yang belum aktif dalam kegiatan pembelajaran. Ada banyak siswa yang kurang semangat dalam mengikuti kegiatan pembelajaran. Media belajar yang digunakan oleh guru tidak efektif dalam membantu siswa memahami pelajaran. Oleh karena itu, penelitian ini mengkaji “Peran Inovasi Teknologi *Augmented Reality* Dalam Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Konsep Biologi Siswa Kelas XI MIPA SMA Negeri 7 Bone”. Penelitian mengenai pemanfaatan AR dalam pembelajaran biologi telah banyak dilakukan, namun sebagian besar masih berfokus pada topik tertentu seperti sistem ekskresi, anatomi manusia, atau sistem koordinasi, sehingga belum banyak yang mengkaji secara komprehensif bagaimana teknologi ini dapat meningkatkan pemahaman konsep biologi pada keseluruhan materi di tingkat sekolah menengah atas. Keterbatasan penelitian sebelumnya terletak pada penerapan yang cenderung parsial, penggunaan sampel yang terbatas, serta fokus pada aspek motivasi atau hasil belajar tanpa mengaitkan secara langsung dengan kemampuan pemahaman konsep. Kebaruan penelitian ini terletak pada upaya mengintegrasikan teknologi *Augmented Reality* sebagai inovasi media pembelajaran pada siswa kelas XI MIPA SMA Negeri 7 Bone dengan menitikberatkan pada peningkatan pemahaman konsep biologi, sehingga dapat memberikan kontribusi empiris baru terhadap pengembangan model pembelajaran interaktif yang lebih efektif, relevan, dan sesuai dengan tuntutan pendidikan abad ke-21.

Metode

Jenis penelitian yang diterapkan adalah kuantitatif, sebab seluruh data berupa angka mulai dari pengumpulan data, penafsiran data, serta penampilan dari hasilnya. Penelitian ini merupakan penelitian jenis kuantitatif dengan menggunakan metode *Pre experimental*.

Penelitian ini bertujuan memperkirakan kondisi yang mungkin terjadi sebagaimana hasil eksperimen nyata, namun tidak dilakukan pengendalian atau perubahan pada variabel-variabel yang terkait.

Desain penelitian yang digunakan adalah penelitian *One-Group Pre test and Post test Design*, desain ini dikenal juga sebagai desain sebelum dan sesudah perlakuan. Keterangan: O1: Tes yang dilakukan sebelum perlakuan diberikan, X: Perlakuan (*treatment*), O2: Tes yang dilakukan setelah perlakuan di berikan. Desain penelitian tersebut sebagai berikut:

Tabel 1. One-group Pre test and Post test design

Kelas	Pre-test	Perlakuan	Post-test
Eksperimen	O1	X	O2

Penelitian ini terdapat dua kelompok yang dipilih secara acak, yaitu kelas eksperimen dengan memberikan perlakuan yaitu pembelajaran dengan menggunakan AR. Kemudian diberikan pre-test untuk mengetahui keadaan awalnya. Setelah itu peneliti melakukan tes kembali yaitu *post-test* (tes akhir). Hal ini digunakan untuk mengetahui peranan AR atas pemberian perlakuan terhadap eksperimen dan hasil yang diperoleh kemudian akan dibandingkan. Lokasi pelaksanaan penelitian berada di SMA Negeri 7 Bone, Kecamatan Tanete Riattang Timur, Kabupaten Bone, dengan waktu penelitian yang dijadwalkan pada bulan Februari semester genap Tahun Ajaran 2023/2024. Populasi adalah keseluruhan subyek/objek yang akan diteliti dimana memiliki karakteristik dan sifat tertentu untuk dipelajari oleh peneliti yang kemudian ditarik kesimpulannya. Adapun populasi pada penelitian ini adalah siswa kelas XI MIPA SMA Negeri 7 Bone.

Tabel 2. Populasi Penelitian

No	Kelas	L	P	Jumlah
1	XI MIPA 1	15	14	29
2	XI MIPA 2	12	15	27
3	XI MIPA 3	13	13	26
Jumlah		41	41	82

Sampel merupakan bagian dari populasi yang akan diteliti. Sampel dalam penelitian ini ditentukan melalui teknik *Purposive Sampling*, yaitu metode pengambilan sampel dengan mempertimbangkan karakteristik tertentu yang diinginkan oleh peneliti, atau dikenal pula sebagai sampel bertujuan. Kelas XI MIPA 3 menjadi kelompok yang dijadikan sampel dalam penelitian ini.

Instrumen penelitian merupakan komponen yang penting dalam menjalankan sebuah penelitian. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas instrumen tes, evaluasi dan dokumentasi. Tes merupakan metode yang digunakan dalam proses evaluasi dan pengukuran di bidang pendidikan, biasanya berupa pemberian tugas seperti menjawab pertanyaan atau melaksanakan instruksi tertentu. Melalui tes, data mengenai tingkat pengetahuan siswa sebelum dan sesudah pembelajaran dapat diperoleh. Selisih nilai antara *pre test* dan *post test* kemudian dianalisis untuk mengetahui rata-rata hasil belajar siswa setelah menggunakan media AR. Tes berupa pilihan ganda sebanyak 20 nomor dengan empat pilihan a,b,c,d dan e.

Instrumen dokumentasi merupakan sebagai sarana untuk mengarsipkan data penelitian. Secara umum, instrumen dokumentasi terbagi menjadi dua bentuk, yaitu pedoman dokumentasi yang berisi kategori data yang dibutuhkan, serta daftar periksa (*checklist*) yang mencantumkan variabel-variabel yang akan dikumpulkan informasinya. Contoh dari instrumen

dokumentasi antara lain lembar kerja siswa yang sudah dinilai dan lembar observasi yang telah diisi. Dengan demikian, dokumentasi dalam penelitian ini meliputi hasil lembar kerja siswa, lembar observasi, dan juga foto-foto aktivitas selama proses penelitian berlangsung.

Teknik pengumpulan data yang diterapkan dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa cara, yaitu (1) tes kemampuan pemahaman, dimana penelitian ini menggunakan tes berbentuk objektif, yakni soal-soal pilihan ganda. Tes soal akan diberikan pada kelas eksperimen sebelum diberikan perlakuan (*pre-test*) dan setelah diberikan perlakuan (*post-test*). *Pre-test* merupakan tes yang dilakukan sebelum dimulai poses pembelajaran. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan awal siswa terkait materi yang akan dipelajari, sedangkan *Post-test* merupakan tes yang diberikan setelah kegiatan pembelajaran selesai. Tujuan pelaksanaan tes ini adalah untuk mengukur sejauh mana siswa memahami materi yang sudah diajarkan. (2) Dokumentasi digunakan dalam penelitian ini untuk memperoleh data-data yang terdokumentasi, yaitu data tentang status dan keadaan lokasi penelitian. Dokumentasi digunakan dalam penelitian ini untuk memperoleh data- data yang terdokumentasi, yaitu data tentang status dan keadaan lokasi penelitian.

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini akan dianalisis menggunakan metode analisis inferensial, seperti uji-t dan uji Anova, guna mengidentifikasi adanya perbedaan yang signifikan antara skor *pre-test* dan *post-test*. Selain itu, akan diterapkan juga analisis deskriptif dengan memanfaatkan nilai rata-rata (*mean*) dan *persentil* untuk menyajikan gambaran umum dari hasil penelitian. Dasar pemilihan metode analisis data dalam penelitian ini, yang meliputi analisis deskriptif dan inferensial, disesuaikan dengan pendekatan *pre-eksperimen* yang digunakan. Oleh karena itu, penggunaan uji-t dan uji Anova sebagai bagian dari analisis inferensial dimaksudkan untuk mengidentifikasi apakah terdapat perbedaan signifikan antara nilai *pre-test* dan *post-test*. Di samping itu, penerapan analisis deskriptif melalui perhitungan mean dan persentil bertujuan untuk menyajikan gambaran umum hasil penelitian sekaligus memberikan informasi lebih lanjut mengenai penyebaran data yang dianalisis.

Tabel 3. Kriteria Penskoran

Skor	Kategori
90-100	Sangat Tinggi
80-89	Tinggi
65-79	Sedang
55-64	Rendah
0-54	Sangat Rendah

Analisis Statistik Inferensial

1. **Uji Normalitas.** Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data sampel yang digunakan dalam penelitian berasal dari populasi yang berdistribusi normal. Pengujian ini dilakukan dengan menetapkan dua hipotesis, yaitu H_1 yang menyatakan bahwa data berdistribusi normal, dan H_0 yang menyatakan bahwa data tidak berdistribusi normal. Kriteria pengambilan keputusan dalam uji ini didasarkan pada nilai probabilitas (P-value). Jika nilai P-value lebih besar dari tingkat signifikansi 5% atau 0,05 ($P_{\text{value}} > 0,05$), maka H_1 diterima dan H_0 ditolak, yang berarti data dianggap berdistribusi normal.
2. **Uji Homogenitas.** Uji homogenitas bertujuan untuk mengetahui apakah varians data dari beberapa kelompok dalam penelitian memiliki kesamaan atau homogen. Hipotesis yang digunakan dalam pengujian ini terdiri dari H_1 yang menyatakan bahwa data memiliki varians yang homogen, dan H_0 yang menyatakan bahwa data memiliki varians yang tidak homogen. Keputusan pengujian diambil berdasarkan nilai P-value. Apabila nilai probabilitas lebih besar dari 0,05 ($P_{\text{value}} > 0,05$), maka H_1 diterima dan H_0 ditolak, yang berarti data memiliki varians yang homogen.

3. **Uji Hipotesis.** Uji hipotesis dilakukan untuk mengetahui apakah ada pengaruh yang signifikan antara sampel yang diteliti dengan taraf signifikan 0.05 perhitungan uji hipotesis dilakukan dengan menggunakan *paired sample t test* dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan program SPSS versi 23, jika nilai signifikansi (2-tailed) kurang dari 0,05, maka hipotesis alternatif (H_1) diterima, sedangkan hipotesis nol (H_0) ditolak.

Hasil

Data Hasil Pre-test Siswa

Rata-rata nilai *pre-test* siswa adalah 49,61 dengan nilai median sebesar 50, dan nilai maksimum yang dicapai siswa adalah 50, sebagaimana terlihat pada Tabel 4.1. Nilai simpangan baku tercatat sebesar 5,987, yang tergolong kecil bila dibandingkan dengan nilai rata-rata, sehingga mean dapat dianggap mewakili keseluruhan distribusi data. Rentang nilai berkisar antara nilai tertinggi 60 dan nilai terendah 40, sehingga selisihnya adalah 20. Tabel berikut menyajikan distribusi frekuensi dan persentase hasil *pre-test* siswa, yang datanya dapat dilihat secara lengkap pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. Statistik Test Hasil Belajar Siswa

Statistik Deskriptif	Nilai Statistik
Jumlah sampel	26
Nilai terendah	40
Nilai tertinggi	60
Rata-rata (mean)	49.61
Rentang (range)	20
Standar deviasi	5.987
Median	50
Modus	50

Berdasarkan tabel 4, diketahui bahwa nilai rata-rata *pre-test* siswa adalah 49,61, sedangkan nilai median mencapai 50, dan nilai yang paling sering muncul (modus) juga berada pada angka 50. Nilai simpangan baku sebesar 5,987 menunjukkan bahwa variasi data relatif kecil jika dibandingkan dengan nilai rata-ratanya, sehingga mean dapat dijadikan sebagai representasi yang cukup akurat untuk keseluruhan data. Nilai maksimum yang diperoleh siswa adalah 60, sementara nilai minimum sebesar 40, sehingga diperoleh rentang (*range*) sebesar 20. Informasi lengkap mengenai distribusi frekuensi dan persentase nilai *pre-test* dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 5. Distribusi Frekuensi dan Persentase Pre-test Siswa

No	Skor	Persentase	Frekuensi	Kategori
1	90-100	0%	0	Sangat Tinggi
2	80-89	0%	0	Tinggi
3	65-79	0%	0	Sedang
4	55-64	30,7%	8	Rendah
5	0-54	69,2%	18	Sangat Rendah
Jumlah	100	100%	26	

Tabel 5. dapat disimpulkan bahwa hasil belajar siswa kelas XI MIPA 3 SMA Negeri 7 Bone pada saat *pre-test* menunjukkan bahwa dari total 26 siswa, sebanyak 18 siswa atau 69,2% berada pada kategori sangat rendah. Sementara itu, 8 siswa atau 30,7% termasuk dalam kategori rendah.

Data Hasil Post-test Siswa

Hasil *post-test* diperoleh siswa diberikan perlakuan (*treatment*), dilakukan pengukuran untuk mengetahui tingkat kemampuan mereka. Tabel berikut menyajikan hasil penelitian berupa data statistik deskriptif dari nilai *post-test* siswa kelas XI MIPA 3 SMA Negeri 7 Bone.

Tabel 6. Data Statistik Deskriptif Post-test Siswa Kelas XI MIPA 3

Statistik Deskriptif	Nilai Statistik
Jumlah sampel	26
Nilai terendah	65
Nilai tertinggi	90
Rata-rata (mean)	75.57
Rentang (range)	25
Standar deviasi	7.256
Median	75
Modus	70

Berdasarkan tabel 6, terlihat bahwa nilai rata-rata *post-test* mencapai 75,57, dengan nilai median sebesar 75, dan nilai yang paling sering muncul (modus) juga berada pada angka 75. Nilai standar deviasi sebesar 7,256 menunjukkan bahwa penyebaran data tergolong kecil jika dibandingkan dengan nilai rata-ratanya, sehingga *mean* dapat dijadikan sebagai representasi yang tepat dari keseluruhan data. Distribusi frekuensi dan persentase hasil *post-test* disajikan pada tabel berikut ini:

Tabel 7. Distribusi Frekuensi dan Persentase Post-test Siswa

No	Skor	Persentase	Frekuensi	Kategori
1	90-100	15,4%	2	Sangat Tinggi
2	80-89	26,9%	9	Tinggi
3	65-79	57,7%	15	Sedang
4	55-64	0%	0	Rendah
5	0-54	0%	0	Sangat Rendah
Jumlah	100	100%	26	

Berdasarkan tabel 7, hasil evaluasi belajar siswa kelas XI MIPA 3 SMA Negeri 7 Bone setelah pelaksanaan *post-test* menunjukkan bahwa dari 26 siswa yang mengikuti tes, tidak terdapat siswa yang memperoleh skor pada kategori sangat rendah maupun rendah. Sebanyak 15 siswa atau 57,7% berada pada kategori sedang, sementara 9 siswa atau 26,9% tergolong dalam kategori tinggi, dan 2 siswa atau 15,4% termasuk dalam kategori sangat tinggi.

Analisis Statistik Inferensial

1. Uji Normalitas. Uji normalitas data dilakukan menggunakan uji statistik *Kolmogorov-Smirnov (SW)*, yang dipilih karena jumlah sampel dalam penelitian ini melebihi 30 ($n > 30$). Analisis dilakukan dengan bantuan perangkat lunak SPSS versi 23. Tujuan dari uji ini adalah untuk menentukan apakah data pre-test dan *post-test* berasal dari populasi dengan distribusi normal. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai *signifikansi* (sig) untuk pre-test sebesar 0,06 dan untuk *post-test* sebesar 0,08, yang keduanya lebih besar dari 0,05. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa data pre-test dan *post-test* terdistribusi secara normal.

9

2. Uji Homogenitas. Peneliti ini menggunakan uji homogenitas sebagai bagian dari pengujian prasyarat analisis. Uji homogenitas dilakukan dengan memanfaatkan statistik *Levene* dan dianalisis menggunakan bantuan software SPSS versi 23. Berdasarkan hasil analisis terhadap data pre-test dan *post-test*, diperoleh nilai *signifikansi* (sig) sebesar 0,051.

Karena nilai tersebut lebih besar dari 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa data yang digunakan berasal dari populasi yang bersifat homogen.

3. **Uji Hipotesis.** Pengujian hipotesis dalam penelitian ini dilakukan menggunakan uji *paired sample t-test* terhadap data *pre-test* dan *post-test* dengan bantuan aplikasi SPSS versi 23. Uji ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh yang signifikan akibat perlakuan yang diberikan terhadap masing-masing variabel. Berdasarkan hasil output yang diperoleh, nilai signifikansi dari uji *paired sample t-test* adalah 0,00. Karena nilai signifikansi tersebut kurang dari 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara data *pre-test* dan *post-test*, yang menunjukkan adanya pengaruh perlakuan terhadap masing-masing variabel.

Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian, pemanfaatan teknologi AR dalam pembelajaran biologi dengan materi sistem saraf terbukti efektif. Media berbasis AR memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan kualitas proses pembelajaran biologi. Penggunaan teknologi ini menghadirkan objek tiga dimensi yang interaktif, menampilkan representasi materi yang konkret, serta memudahkan siswa dalam memahami konsep abstrak yang sulit dijelaskan hanya melalui metode konvensional. Visualisasi melalui AR menciptakan pengalaman belajar yang lebih menarik, meningkatkan keterlibatan siswa, serta memberikan ruang eksplorasi yang lebih luas. Peningkatan hasil belajar siswa tidak hanya bergantung pada penggunaan media pembelajaran. Peran pendidik menjadi elemen penting dalam mengelola pola interaksi dan aktivitas belajar siswa. Pemahaman pendidik mengenai karakter belajar peserta didik menentukan efektivitas strategi yang diterapkan. Pengelolaan pembelajaran yang terarah memungkinkan terciptanya kondisi belajar yang kondusif, meningkatkan motivasi, serta memperkuat fokus siswa terhadap materi yang diajarkan. Penelitian menegaskan bahwa untuk mendorong peningkatan hasil belajar siswa, pendidik perlu memahami serta mengelola pola interaksi dan aktivitas belajar siswa secara efektif (Hartono, 2022).

Teknologi AR berperan dalam memperkuat keterlibatan siswa secara langsung. Keterlibatan tersebut menciptakan peluang bagi siswa untuk berinteraksi dengan materi, membangun pemahaman melalui pengalaman visual, serta meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Proses pembelajaran berbasis pengalaman konkret memperluas wawasan, memperkuat pemahaman konseptual, serta meningkatkan partisipasi aktif siswa dalam kelas. Pemanfaatan AR pada materi sistem saraf dalam pembelajaran biologi tidak hanya meningkatkan pemahaman siswa, tetapi juga mendukung pencapaian tujuan pendidikan modern. Tujuan tersebut menekankan keterlibatan aktif peserta didik, penguatan keterampilan berpikir kritis, serta penguasaan teknologi sebagai bagian dari literasi digital. Dengan membandingkan hasil *pre-test* dan *post-test* secara statistik, terlihat adanya perbedaan yang cukup signifikan dalam pemahaman konsep biologi siswa setelah memperoleh pembelajaran menggunakan teknologi AR pada materi sistem saraf. Hasil *pre-test* memperlihatkan bahwa pemahaman siswa masih bervariasi, berada pada kategori sedang, tinggi, hingga sangat tinggi. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar siswa belum sepenuhnya menguasai konsep sistem saraf secara mendalam sebelum diberikan perlakuan.

Perlakuan berupa pembelajaran yang mengintegrasikan teknologi AR pada materi sistem saraf dilaksanakan dalam empat sesi. Setiap sesi memberikan kesempatan bagi siswa untuk mengeksplorasi materi secara lebih interaktif melalui visualisasi tiga dimensi yang dihadirkan. Melalui pengalaman tersebut, siswa tidak hanya melihat representasi nyata dari sistem saraf,

melainkan juga dapat berinteraksi dengan materi secara langsung, sehingga terbentuk pemahaman yang lebih konkret. Hasil *post-test* yang dilakukan setelah perlakuan menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan pada rata-rata skor siswa. Data memperlihatkan bahwa nilai siswa berada dalam rentang 70 hingga 90. Sebanyak 15 peserta (57,7%) memperoleh skor dalam kategori sedang, yaitu pada rentang 65 hingga 79. Sebanyak 9 peserta (26,9%) berada pada kategori tinggi, dengan skor antara 80 hingga 89. Dua peserta (15,4%) mencapai kategori sangat tinggi, dengan skor antara 90 hingga 100. Temuan ini menunjukkan bahwa mayoritas siswa mengalami peningkatan pemahaman yang substansial setelah proses pembelajaran dengan AR (Pamoedji & Maryuni, 2017).

Peningkatan skor *post-test* menegaskan peran teknologi AR sebagai media pembelajaran yang mampu mendukung pemahaman siswa. Kehadiran media ini mendorong siswa lebih aktif dalam proses pembelajaran, memberikan stimulus visual yang jelas, serta menciptakan pengalaman belajar yang lebih menyenangkan. Data kuantitatif hasil penelitian juga memperlihatkan bahwa efektivitas penggunaan teknologi AR tidak hanya terlihat pada peningkatan rata-rata nilai, tetapi juga pada distribusi capaian siswa yang merata di berbagai kategori. Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa pemanfaatan teknologi AR dalam pembelajaran biologi, khususnya pada materi sistem saraf, memiliki kontribusi nyata dalam meningkatkan pemahaman konsep, memperkuat motivasi belajar, serta menciptakan pengalaman belajar yang bermakna bagi siswa.

Hasil *pre-test* dan *post-test* mengenai pemahaman siswa, pemahaman belajar 26 siswa masih berada pada kategori rendah sebelum pemanfaatan media AR pada materi sistem saraf. Pemanfaatan media AR memberikan kontribusi nyata terhadap peningkatan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep biologi, khususnya pada materi sistem saraf. Rata-rata nilai *post-test* menunjukkan capaian pada kategori tinggi, menggambarkan adanya perkembangan signifikan dalam penguasaan materi. Teknologi AR menghadirkan pengalaman belajar interaktif yang mampu melibatkan siswa secara langsung dalam proses pembelajaran. Keaktifan siswa semakin meningkat karena media ini menarik perhatian, menstimulasi rasa ingin tahu, serta memfasilitasi pemahaman yang lebih mendalam mengenai struktur dan fungsi sistem saraf. Proses belajar berlangsung sejak tahap pengenalan hingga pemahaman komprehensif terhadap sistem saraf melalui representasi visual tiga dimensi. Penilaian pembelajaran menuntut integrasi secara menyeluruh agar hasil yang diperoleh mencerminkan capaian pengetahuan, keterampilan, serta keterlibatan siswa. Keterlibatan aktif dalam setiap tahap pembelajaran menghasilkan peningkatan pemahaman yang lebih optimal dan bermakna.

Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas penerapan teknologi *Augmented Reality* (AR) dalam meningkatkan pemahaman siswa pada materi sistem saraf di kelas XI MIPA SMAN 7 Bone. Hasil analisis data menunjukkan bahwa penggunaan AR memberikan dampak yang signifikan terhadap peningkatan hasil belajar, ditunjukkan dengan nilai signifikansi *paired sample t-test* sebesar 0,00 yang lebih kecil dari 0,05. Temuan ini mengindikasikan bahwa AR mampu mendukung pemahaman konsep biologi yang kompleks melalui visualisasi yang nyata, interaktif, dan imersif sehingga siswa dapat lebih mudah memahami struktur maupun fungsi sistem saraf serta lebih aktif terlibat dalam proses pembelajaran.

Penerapan AR memiliki implikasi penting bagi pengembangan pembelajaran biologi modern, khususnya pada materi yang bersifat abstrak dan memerlukan visualisasi mendalam, karena dapat menciptakan pengalaman belajar yang lebih kontekstual, meningkatkan

keterlibatan siswa, serta mendukung retensi pengetahuan yang lebih baik. Meskipun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan karena hanya melibatkan siswa kelas XI MIPA di satu sekolah dan terbatas pada materi sistem saraf, sehingga hasil penelitian belum dapat digeneralisasikan secara luas. Selain itu, penelitian ini tidak menilai retensi pengetahuan jangka panjang siswa sehingga efektivitas AR dari sisi keberlanjutan pemahaman belum dapat dipastikan. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas sampel pada sekolah dengan karakteristik yang lebih beragam, menguji efektivitas AR pada materi biologi lain maupun bidang sains yang serupa, serta melakukan studi jangka panjang untuk menilai retensi pengetahuan siswa. Perbandingan antara efektivitas AR dengan metode pembelajaran inovatif lainnya atau kombinasi keduanya juga perlu dilakukan agar diperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai peran AR dalam meningkatkan kualitas pembelajaran sains di sekolah.

Acknowledgment

-

Daftar Pustaka

- Abykanova, B. (2016). The use of interactive learning technology in institutions of higher learning', *International Journal of Environmental and Science Education*. 11(18), pp. 12528–12539. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1124626>
- Amalia, D. (2022) Potensial Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Biologi Abad 21: Literatur Artikel dan Desain Inovasi Media. *BEST JOURNAL: Biologi Education Science & Technology*, 5(2), pp. 43–48. <https://doi.org/10.30743/best.v5i2.5478>
- Arifitama, B. (2022). Panduan Mudah Membuat Augmented Reality.
- Aripin, I. and Suryaningsih, Y. (2019). Pengembangan Media Pembelajaran Biologi Menggunakan Teknologi Augmented Reality (AR) Berbasis Android pada Konsep Sistem Saraf Development of Biology Learning Media Using Augmented Reality (AR) Technology Based Android in the Concept of Nervous Systems. *Jurnal Sainsmat*, VIII(2), pp. 47–57. <http://ojs.unm.ac.id/index.php/sainsmat>.
- Ashari, S. A., Hermila, A., & Mappalotteng, A. M. (2022). Pengembangan media pembelajaran movie learning berbasis augmented reality. *Jambura Journal of Informatics*, 4(2), 82–93. <https://doi.org/10.37905/jji.v4i2.16448>
- Ismayani, A. (2020). *Membuat sendiri aplikasi augmented reality*. Elex Media Komputindo.
- Cahyani, I. R. (2020). Pemanfaatan media animasi 3D di SMA. *Jurnal Teknologi Pendidikan: Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pembelajaran*, 5(1), 57–68. <https://doi.org/10.33394/jtp.v5i1.2854>
- Md Enzai, N. I., Ahmad, N., Ab Ghani, M. A. H., Rais, S. S., & Mohamed, S. (2020). Development of augmented reality (AR) for innovative teaching and learning in engineering education. *Asian Journal of University Education (AJUE)*, 16(4), 99–108. <https://ir.uitm.edu.my/id/eprint/115439/>
- Fauzan, A. D. M. S. N. (2020). Penerapan Teknologi Augmented Reality Else (Elementary School Education Journal). *ELSE (elementary school education journal)*, 4, pp. 63–78.
- Fuchsova, M., & Korenova, L. (2019). Visualisation in Basic Science and Engineering Education of Future Primary School Teachers in Human Biology Education Using

- Augmented Reality. *European journal of contemporary education*, 8(1), 92-102. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1212280>
- Hartono, H. (2022). Pengaruh Aplikasi Augmented Reality Terhadap Hasil Belajar Fisika SMA Negeri 1 Karangrayung Tahun Pelajaran 2021/2022. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 13(1), 145-154. <https://doi.org/10.26877/jp2f.v13i1.11716>
- Juwita, J., Saputri, E. Z., & Kusmawati, I. (2021). Teknologi augmented reality (ar) sebagai solusi media pembelajaran sains di masa adaptasi kebiasaan baru. *Bioeduca: Journal of Biology Education*, 3(2), 124-134. <https://doi.org/10.21580/bioeduca.v3i2.6636>
- Marzouk, T. M., El-Nemer, A. M., & Baraka, H. N. (2015). The Effect of Aromatherapy Abdominal Massage on Alleviating Menstrual Pain in Nursing Students: A Prospective Randomized Cross-Over Study. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2013(1), 742421. <https://doi.org/10.1155/2013/742421>
- Toledo-Morales, P., & Sanchez-garcia, J. M. (2018). Use of augmented reality in social sciences as educational resource. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 19(3), 38-52. <https://doi.org/10.17718/tojde.444635>
- Nurdiyanti, N. (2017). *Pengembangan Buku Ajar Dan Augmented Reality Pada Konsep Sistem Ekskresi Di Sekolah Menengah Atas* (Doctoral dissertation, Pascasarjana). <https://eprints.unm.ac.id/4494/>
- Nurhasanah, Z., & Widodo, A. (2019). Augmented Reality to Facilitate Students' Biology Mastering Concepts and Digital Literacy. *Journal of Biological Education Indonesia (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 5(3), 481-488. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1342199>
- Oktaviana, R., Supriatno, B., & Riandi, R. (2022). Penggunaan Metode Virtual Field Trip Berbantuan Augmented Reality terhadap Kemampuan Literasi Biodiversitas Siswa pada Materi Keanekaragaman Hayati. *EduNaturalia: Jurnal Biologi dan Kependidikan Biologi*, 3(1), 9-18. <https://doi.org/10.26418/edunaturalia.v3i1.54275>
- Pamoedji, A. K., & Maryuni, R. S. (2017). *Mudah Membuat Game Augmented Reality (AR) dan Virtual Reality (VR) dengan Unity 3D*. Elex Media Komputindo.
- Qumillaila, Q., Susanti, B. H., & Zulfiani, Z. (2017). Pengembangan augmented reality versi android sebagai media pembelajaran sistem ekskresi manusia. *Cakrawala Pendidikan*, (1), 57-69. <https://doi.org/10.21831/cp.v36i1.9786>
- Riskiono, S. D., Susanto, T., & Kristianto, K. (2020). Rancangan Media Pembelajaran Hewan Purbakala Menggunakan Augmented Reality. *CESS (Journal of Computer Engineering, System and Science)*, 5(2), 199-203.
- Sirakaya, M., & Sirakaya, A. D. (2018). Trends in Educational Augmented Reality Studies: A Systematic Review. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 6(2), 60-74. <https://doi.org/10.17220/mojet.2018.02.005>
- Tendrita, M. (2017). Peningkatan Aktivitas Belajar Dan Pemahaman Konsep Biologi Dengan Strategi Survey, Question, Read, Recite, Review (SQ3R) Pada Siswa Kelas XI IPA SMA Negeri 5 Kendari. *Jurnal Varidika*, 28(2), 213-224. <https://doi.org/10.23917/varidika.v28i2.2867>

- Wahyuni, E. S., & Yokhebed, Y. (2019). Deskripsi media pembelajaran yang digunakan guru biologi SMA Negeri di Kota Pontianak. *Jurnal Pendidikan Informatika Dan Sains*, 8(1), 32-40. <https://doi.org/10.31571/saintek.v8i1.1105>
- Xie, X. , Gong, M. & Bao, F. (2024) Using Augmented Reality to Support CFL Students' Reading Emotions and Engagement. *Creative Education*, 15(7), 1256-1268. <https://doi.org/10.4236/ce.2024.157076>
- Yapici, İ. Ü., & Karakoyun, F. (2021). Using Augmented Reality in Biology Teaching. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 9(3), 40–51. <https://doi.org/10.52380/mojet.2021.9.3.286>.