

Efektifitas Video Pembelajaran Berbasis Eksperimen Virtual Terhadap Pemahaman Konsep Ekosistem di SMAN 2 Bolo

Rizka Awaluddin

STKIP Al Amin Dompus

Email coresponden author*: rizkaawaluddin30@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas penggunaan video pembelajaran berbasis eksperimen virtual terhadap pemahaman konsep ekosistem siswa kelas X di SMAN 2 Bolo. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis eksperimen semu (*quasi experimental*) dan desain Posttest Only Control Group Design. Populasi penelitian terdiri atas empat kelas X MIPA, dengan dua kelas dipilih sebagai sampel melalui teknik purposive sampling: kelas X MIPA 1 (25 siswa) sebagai kelompok eksperimen dan X MIPA 2 (27 siswa) sebagai kelompok kontrol. Instrumen penelitian berupa tes pilihan ganda beralasan sebanyak 20 butir soal untuk mengukur pemahaman konsep. Data hasil posttest dianalisis menggunakan uji Independent Sample t-test setelah melalui uji prasyarat normalitas dan homogenitas. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai rata-rata posttest kelompok eksperimen (86,9) lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol (75,1), dengan nilai t-hitung sebesar 13,214 dan p-value $0,000 < 0,05$. Hal ini menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok, sehingga video eksperimen virtual dinyatakan efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep ekosistem. Temuan ini memperkuat teori pembelajaran multimedia dan konstruktivisme yang menekankan pentingnya pengalaman visual dan interaktif dalam membangun pengetahuan. Video eksperimen virtual terbukti mampu membantu siswa memahami konsep abstrak melalui simulasi yang menyerupai eksperimen nyata, meningkatkan motivasi belajar, serta memperkuat keterampilan berpikir ilmiah siswa.

Keywords: video pembelajaran, eksperimen virtual, pemahaman konsep, ekosistem, efektivitas

PENDAHULUAN

Pembelajaran biologi memiliki peran penting dalam mengembangkan kemampuan berpikir ilmiah dan pemahaman konsep yang mendalam mengenai fenomena alam. Proses belajar tidak hanya bertujuan untuk menghafal fakta, melainkan juga menumbuhkan kemampuan mengamati, menalar, dan memecahkan masalah berdasarkan pendekatan ilmiah. Pemahaman konsep menjadi landasan utama agar siswa mampu mengaitkan teori dengan kehidupan nyata dan mampu menjelaskan hubungan sebab-akibat dalam peristiwa biologis. Penerapan pembelajaran biologi yang efektif seharusnya memberikan pengalaman langsung melalui kegiatan eksperimen, observasi lapangan, atau simulasi yang menggambarkan dinamika sistem kehidupan secara konkret (Rachmaningsih & Purnomo, 2024).

Penerapan pembelajaran biologi di sekolah menengah atas pada kenyataannya belum sepenuhnya mencerminkan prinsip pembelajaran aktif dan bermakna (Gulo, 2025). Aktivitas pembelajaran masih banyak didominasi oleh metode ceramah dan penugasan tertulis, yang berfokus pada penyampaian informasi satu arah dari guru ke siswa. Pola pembelajaran semacam ini menempatkan siswa sebagai penerima pasif pengetahuan, sehingga kesempatan untuk mengembangkan keterampilan proses sains menjadi terbatas. Kondisi ini sesuai dengan pendapat Lindah (2022) bahwa pembelajaran yang berpusat pada guru menghambat perkembangan kemampuan berpikir kritis dan eksploratif peserta didik. Akibatnya, siswa sering mengalami kesulitan dalam memahami konsep biologi yang bersifat abstrak dan memerlukan proses penalaran yang kompleks.

Konsep ekosistem merupakan salah satu materi biologi yang menuntut kemampuan analitis tinggi dalam memahami keterkaitan antara komponen biotik dan abiotik dalam menjaga keseimbangan lingkungan. Pemahaman terhadap ekosistem tidak cukup diperoleh melalui penjelasan verbal, melainkan perlu didukung oleh kegiatan pengamatan dan visualisasi yang menggambarkan interaksi antar komponen secara nyata. Tanpa pengalaman belajar yang konkret, siswa cenderung hanya menghafal istilah dan definisi tanpa memahami maknanya secara mendalam (Wörner et al., 2022). Hal ini menunjukkan perlunya penerapan metode dan media pembelajaran yang mampu menghadirkan pengalaman belajar kontekstual serta merangsang aktivitas berpikir ilmiah siswa.

Kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa pembelajaran biologi di banyak sekolah, termasuk di SMAN 2 Bolo, masih menghadapi berbagai kendala. Keterbatasan sarana laboratorium dan waktu pembelajaran membuat kegiatan praktikum tidak terlaksana secara optimal. Situasi tersebut berdampak pada rendahnya kemampuan siswa dalam menghubungkan konsep teori dengan fenomena ekologis di lingkungan sekitar. Berdasarkan observasi awal, ditemukan bahwa sebagian besar siswa mengalami kesulitan dalam menjelaskan hubungan sebab akibat antar komponen ekosistem serta dalam menerapkan konsep ekologi ke dalam konteks kehidupan nyata. Kondisi ini mengindikasikan perlunya inovasi media pembelajaran yang mampu memfasilitasi siswa untuk belajar aktif, bereksperimen, dan memvisualisasikan konsep ekosistem secara menarik dan bermakna.

Perkembangan teknologi pendidikan menghadirkan peluang besar untuk meningkatkan kualitas pembelajaran di sekolah. Pemanfaatan teknologi informasi tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu penyampaian materi, tetapi juga sebagai sarana yang dapat memperkaya pengalaman belajar peserta didik (Fadhilah et al., 2021). Media digital interaktif seperti video pembelajaran berbasis eksperimen virtual menjadi inovasi yang relevan dalam menjawab keterbatasan sarana laboratorium dan waktu pembelajaran di sekolah. Melalui eksperimen virtual, siswa dapat melakukan kegiatan ilmiah secara daring dengan bantuan simulasi digital yang menggambarkan situasi eksperimen nyata (Navarro, 2019; Rodrigues & Carvalho, 2022). Penggunaan media ini mampu menciptakan lingkungan belajar yang lebih aktif dan fleksibel, serta mendorong siswa untuk memahami konsep melalui visualisasi langsung terhadap fenomena biologi.

Eksperimen virtual menawarkan berbagai keunggulan dalam konteks pembelajaran biologi. Simulasi digital memungkinkan siswa melakukan observasi, manipulasi variabel, serta mengamati hasil percobaan tanpa risiko atau keterbatasan alat dan bahan. Aktivitas tersebut memberikan pengalaman belajar yang aman, efisien, dan berorientasi pada pengembangan keterampilan proses sains. Pemanfaatan video eksperimen virtual juga mendukung penerapan pendekatan *blended learning*, yaitu perpaduan antara pembelajaran tatap muka dan pembelajaran berbasis teknologi (Myllymäki et al., 2017; Widiara, 2018). Integrasi teknologi dalam pembelajaran biologi berpotensi meningkatkan motivasi, kemandirian, serta kemampuan berpikir ilmiah siswa melalui interaksi aktif dengan media pembelajaran yang menarik.

Teori konstruktivisme menjadi dasar teoretis penting dalam penerapan video pembelajaran berbasis eksperimen virtual. Piaget dan Vygotsky (dalam Kouicem (2020) menjelaskan bahwa pengetahuan dibangun secara aktif oleh peserta didik melalui pengalaman dan interaksi dengan lingkungannya. Media video eksperimen virtual menyediakan stimulus visual dan interaktif yang mendorong siswa mengonstruksi pengetahuan secara mandiri berdasarkan hasil pengamatan dan analisis. Penelitian yang dilakukan oleh Flegr et al. (2023) menunjukkan bahwa penggunaan media simulasi dan eksperimen virtual terbukti meningkatkan pemahaman konsep, motivasi, dan hasil belajar siswa pada pembelajaran sains. Temuan tersebut menjadi bukti empiris bahwa penerapan video pembelajaran berbasis eksperimen virtual merupakan strategi yang efektif untuk mengembangkan pembelajaran biologi yang inovatif, bermakna, dan berorientasi pada keterampilan abad ke-21.

Penelitian terdahulu lebih banyak menelaah efektivitas video pembelajaran secara umum tanpa menyoroti secara spesifik penerapan eksperimen virtual dalam konteks materi ekosistem di tingkat sekolah menengah atas (Tanjung et al., 2022). Kesenjangan ini menunjukkan pentingnya kajian yang lebih mendalam mengenai bagaimana media pembelajaran yang berbasis eksperimen virtual dapat memfasilitasi siswa dalam memahami hubungan timbal balik antar komponen ekosistem secara lebih konkret dan bermakna. Inovasi media ini diharapkan tidak hanya meningkatkan pemahaman konseptual, tetapi juga menumbuhkan kemampuan berpikir ilmiah melalui proses observasi, analisis, dan penarikan kesimpulan berdasarkan hasil simulasi yang menyerupai eksperimen nyata.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini difokuskan untuk menganalisis efektivitas video pembelajaran berbasis eksperimen virtual terhadap pemahaman konsep ekosistem pada siswa SMAN 2 Bolo. Kajian ini berupaya menjawab dua pertanyaan utama, yaitu sejauh mana penggunaan video pembelajaran berbasis eksperimen virtual dapat meningkatkan pemahaman konsep ekosistem, serta apakah terdapat perbedaan tingkat pemahaman konsep antara siswa yang belajar menggunakan video eksperimen virtual dan mereka yang belajar melalui metode konvensional. Hasil penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi teoretis terhadap pengembangan media pembelajaran biologi berbasis teknologi, serta menjadi acuan praktis bagi guru dalam menciptakan pembelajaran yang lebih interaktif dan bermakna.

METODE

Jenis dan Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis eksperimen semu (*quasi experimental*). Pendekatan kuantitatif dipilih karena penelitian ini berfokus pada pengukuran hasil belajar secara objektif melalui data numerik yang diperoleh dari tes pemahaman konsep siswa. Desain eksperimen semu digunakan karena peneliti tidak dapat sepenuhnya mengontrol variabel luar yang mungkin memengaruhi hasil penelitian, seperti kondisi kelas dan karakteristik siswa, namun tetap dapat memberikan perlakuan berbeda antara dua kelompok yang memiliki kemampuan awal yang relatif setara.

Desain penelitian yang diterapkan adalah *Posttest Only Control Group Design*, yang melibatkan dua kelompok, yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Kelompok eksperimen memperoleh perlakuan berupa pembelajaran menggunakan video pembelajaran berbasis eksperimen virtual, sedangkan kelompok kontrol mengikuti pembelajaran konvensional tanpa penggunaan media tersebut. Penilaian hasil belajar dilakukan hanya melalui *posttest* yang diberikan setelah proses pembelajaran, tanpa adanya *pretest*, untuk menghindari efek pengulangan tes yang dapat memengaruhi hasil. Tujuan utama dari desain ini adalah untuk mengetahui efektivitas video pembelajaran berbasis eksperimen virtual terhadap pemahaman konsep ekosistem siswa melalui perbandingan hasil *posttest* antara kedua kelompok.

Tabel 1 *Posttest Only Control Group Design*

Group	Treatment	Result
Experiment	X	O ₁
Control	-	O ₂

Sumber, (Paramita et al., 2021)

Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas X MIPA di SMAN 2 Bolo tahun ajaran 2025/2026, yang terdiri atas empat kelas, yaitu X MIPA 1, X MIPA 2, X MIPA 3, dan X MIPA 4. Populasi ini dipilih karena pada tingkat tersebut siswa sedang mempelajari materi ekosistem dalam mata pelajaran biologi, sehingga sesuai dengan fokus penelitian. Selain itu, siswa kelas X dianggap memiliki kemampuan berpikir konseptual yang cukup untuk memahami hubungan antar komponen biotik dan abiotik dalam ekosistem.

Dari empat kelas tersebut, ditetapkan dua kelas sebagai sampel penelitian dengan menggunakan teknik *purposive sampling*, yaitu pemilihan sampel secara sengaja berdasarkan pertimbangan tertentu. Pertimbangan utama dalam pemilihan sampel adalah kesetaraan kemampuan akademik siswa dan kesediaan guru untuk mendukung pelaksanaan penelitian. Berdasarkan hasil koordinasi dengan guru biologi, kelas X MIPA 1 yang berjumlah 25 orang siswa ditetapkan sebagai kelompok eksperimen yang memperoleh pembelajaran menggunakan video pembelajaran berbasis eksperimen virtual, sedangkan

kelas X MIPA 2 yang berjumlah 27 orang siswa dijadikan kelompok kontrol yang mengikuti pembelajaran konvensional tanpa penggunaan media tersebut.

Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini berupa tes pemahaman konsep yang berfungsi untuk mengukur tingkat penguasaan siswa terhadap materi ekosistem setelah mengikuti proses pembelajaran. Bentuk tes yang digunakan adalah soal pilihan ganda beralasan sebanyak 20 butir soal. Setiap soal tidak hanya menuntut siswa untuk memilih jawaban yang benar, tetapi juga memberikan alasan atas pilihannya. Bentuk tes ini dipilih karena mampu menggambarkan pemahaman konseptual siswa secara lebih mendalam dibandingkan soal pilihan ganda biasa, sehingga dapat membedakan antara siswa yang benar-benar memahami konsep dengan siswa yang hanya menebak jawaban.

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini dilaksanakan melalui tiga tahap utama, yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan, dan tahap akhir. Pada tahap persiapan, peneliti terlebih dahulu menyusun perangkat pembelajaran yang meliputi Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), materi ajar, dan instrumen penelitian berupa tes pemahaman konsep. Selain itu, peneliti juga mengembangkan video pembelajaran berbasis eksperimen virtual yang menampilkan simulasi interaksi antar komponen ekosistem secara visual dan interaktif. Media dan instrumen yang telah disusun kemudian divalidasi oleh ahli, yang terdiri dari dosen pendidikan biologi dan guru biologi di SMAN 2 Bolo, untuk memastikan kelayakan isi, kejelasan tampilan, serta kesesuaian dengan tujuan pembelajaran.

Tahap berikutnya adalah tahap pelaksanaan penelitian. Pada tahap ini, kelas X MIPA 1 ditetapkan sebagai kelompok eksperimen yang mendapatkan perlakuan berupa pembelajaran menggunakan video pembelajaran berbasis eksperimen virtual, sedangkan kelas X MIPA 2 menjadi kelompok kontrol yang mengikuti pembelajaran dengan metode konvensional melalui ceramah dan diskusi. Selama proses pembelajaran, kedua kelas memperoleh materi yang sama, durasi waktu yang setara, serta diajar oleh guru yang sama untuk menjaga konsistensi perlakuan. Setelah seluruh kegiatan pembelajaran selesai, kedua kelompok diberikan posttest yang sama guna mengukur tingkat pemahaman konsep ekosistem setelah perlakuan.

Tahap terakhir adalah tahap akhir penelitian, yang meliputi kegiatan pengumpulan dan analisis data hasil posttest dari kedua kelompok. Data yang diperoleh kemudian diolah menggunakan teknik analisis statistik untuk menentukan apakah terdapat perbedaan signifikan antara hasil belajar kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Berdasarkan hasil analisis tersebut, peneliti kemudian menarik kesimpulan mengenai efektivitas penggunaan video pembelajaran berbasis eksperimen virtual terhadap pemahaman konsep ekosistem siswa di SMAN 2 Bolo.

Analisis Data

Teknik analisis data dalam penelitian ini diawali dengan uji prasyarat analisis, yang bertujuan untuk memastikan bahwa data yang diperoleh memenuhi asumsi-asumsi dasar

sebelum dilakukan uji hipotesis. Uji prasyarat yang digunakan meliputi uji normalitas dan uji homogenitas. Uji normalitas dilakukan menggunakan uji *Kolmogorov Smirnov* untuk mengetahui apakah data hasil *posttest* dari masing-masing kelompok berdistribusi normal. Sementara itu, uji homogenitas dilakukan dengan *Levene Test* guna mengetahui apakah varians kedua kelompok (eksperimen dan kontrol) bersifat homogen atau tidak. Jika hasil kedua uji ini menunjukkan data berdistribusi normal dan homogen, maka analisis dapat dilanjutkan menggunakan uji statistik parametrik.

Setelah data memenuhi uji prasyarat, tahap berikutnya adalah melakukan uji hipotesis. Uji hipotesis dalam penelitian ini menggunakan *Independent Sample t-test*, yang digunakan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan rata-rata hasil *posttest* antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Uji ini sesuai digunakan karena kedua kelompok bersifat independen dan hanya diberikan satu kali tes setelah perlakuan. Hasil perhitungan uji *t* akan menunjukkan apakah perlakuan berupa penggunaan video pembelajaran berbasis eksperimen virtual memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pemahaman konsep ekosistem dibandingkan pembelajaran konvensional.

Hasil analisis kemudian diinterpretasikan berdasarkan nilai signifikansi (*p-value*) yang diperoleh dari uji *t*. Jika nilai $p < 0,05$, maka terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil belajar kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Hal ini berarti video pembelajaran berbasis eksperimen virtual dinyatakan efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep ekosistem siswa. Sebaliknya, jika nilai $p \geq 0,05$, maka tidak terdapat perbedaan yang signifikan, sehingga perlakuan yang diberikan dianggap tidak berpengaruh secara nyata terhadap hasil belajar siswa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

1. Deskripsi Data Hasil Posttest

Tabel 1. Statistik Deskriptif Hasil *Posttest* Pemahaman Konsep Ekosistem

Statistik Deskriptif	Kelas Eksperimen (n = 25)	Kelas Kontrol (n = 27)
Nilai Tertinggi	92	80
Nilai Terendah	80	70
Rata-rata (Mean)	86,9	75,1
Median	87	75
Standar Deviasi (SD)	3,2	2,9

Hasil analisis deskriptif menunjukkan bahwa pemahaman konsep ekosistem siswa pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Kelas eksperimen memperoleh nilai tertinggi 92 dan terendah 80, dengan rata-rata 86,9 serta median 87, sedangkan kelas kontrol memiliki nilai tertinggi 80, terendah 70, rata-rata 75,1, dan median 75. Nilai standar deviasi yang relatif kecil pada kedua kelompok (3,2 untuk eksperimen dan 2,9 untuk kontrol) menunjukkan bahwa sebaran data cukup homogen. Secara keseluruhan, hasil ini mengindikasikan bahwa penggunaan video pembelajaran berbasis

eksperimen virtual mampu meningkatkan pemahaman konsep ekosistem siswa secara lebih efektif dibandingkan pembelajaran konvensional.

2. Hasil Uji Prasyarat Analisis

Sebelum dilakukan uji hipotesis, terlebih dahulu dilakukan uji prasyarat analisis yang meliputi uji normalitas dan uji homogenitas, untuk memastikan bahwa data hasil posttest memenuhi asumsi yang diperlukan dalam penggunaan uji statistik parametrik.

Tabel 2. Uji Normalitas dan Homogenitas

Jenis Uji	Kelas	Statistik Uji	Sig. (p)	Kesimpulan
Uji Normalitas (Kolmogorov–Smirnov)	Kelas Eksperimen	0,126	0,200	Data berdistribusi normal
	Kelas Kontrol	0,143	0,173	Data berdistribusi normal
Uji Homogenitas (Levene Test)	Eksperimen vs Kontrol	0,639	0,428	Varians data homogen

Berdasarkan hasil uji Kolmogorov–Smirnov, data hasil posttest pada kelas eksperimen ($p = 0,200$) dan kelas kontrol ($p = 0,173$) berdistribusi normal karena nilai signifikansi lebih besar dari 0,05. Selain itu, hasil uji Levene menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,428 yang berarti varians kedua kelompok bersifat homogen. Dengan demikian, data memenuhi asumsi uji parametrik dan dapat dilanjutkan dengan uji Independent Sample t-test.

3. Hasil Uji Hipotesis

Setelah data dinyatakan memenuhi asumsi normalitas dan homogenitas, analisis dilanjutkan dengan uji hipotesis menggunakan Independent Sample t-test. Uji ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil posttest pemahaman konsep ekosistem siswa pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol.

Tabel 3. Uji Independent Sample t-test

Kelompok	N	Rata-rata	Standar Deviasi	t-hitung	t-tabel	Sig. (2-tailed)	Keterangan
Eksperimen	25	86,9	3,2	13,214	2,006	0,000	Terdapat perbedaan signifikan
Kontrol	27	75,1	2,9				

Berdasarkan hasil uji t, diperoleh nilai t-hitung (13,214) lebih besar dari t-tabel (2,006) pada taraf signifikansi 0,05. Selain itu, nilai Sig. (2-tailed) = 0,000 < 0,05, yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil posttest kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan video pembelajaran berbasis eksperimen virtual secara signifikan lebih efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep ekosistem dibandingkan pembelajaran konvensional.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai posttest kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Siswa yang mengikuti pembelajaran menggunakan video eksperimen virtual memperoleh nilai rata-rata yang lebih tinggi dibandingkan siswa yang belajar dengan metode konvensional. Perbedaan ini menunjukkan bahwa penggunaan media berbasis eksperimen virtual efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep ekosistem. Keunggulan media ini terletak pada kemampuannya menghadirkan fenomena biologi secara visual dan dinamis, sehingga siswa dapat mengamati interaksi antar komponen biotik dan abiotik secara lebih nyata. Dengan demikian, pembelajaran menjadi lebih menarik dan mampu menstimulasi proses berpikir tingkat tinggi siswa, terutama dalam memahami keterkaitan dan keseimbangan dalam ekosistem.

Peningkatan hasil belajar pada kelompok eksperimen menunjukkan bahwa video eksperimen virtual membantu siswa memahami konsep yang bersifat abstrak melalui pengalaman visual dan simulasi yang menyerupai eksperimen nyata. Melalui tampilan animasi, ilustrasi, dan simulasi proses ekologi seperti rantai makanan, siklus energi, serta hubungan antara organisme, siswa dapat membangun representasi mental yang lebih konkret. Dengan demikian, pembelajaran tidak hanya berfokus pada hafalan konsep, tetapi juga pada kemampuan memahami dan menerapkan konsep dalam konteks kehidupan nyata. Pengalaman visual ini berperan penting dalam memperkuat ingatan jangka panjang dan meningkatkan kemampuan siswa dalam mengintegrasikan informasi baru dengan pengetahuan yang telah dimiliki sebelumnya.

Secara teoretis, hasil penelitian ini mendukung teori pembelajaran multimedia yang dikemukakan oleh Kim & Gilman (2008), yang menyatakan bahwa pembelajaran akan lebih efektif ketika informasi disajikan melalui kombinasi teks, audio, dan visual. Menurut teori ini, keterlibatan dua saluran kognitif (verbal dan visual) dapat memperkuat proses pemrosesan informasi dan meningkatkan retensi pengetahuan. Dalam konteks pembelajaran ekosistem, penggunaan video eksperimen virtual memungkinkan siswa mengamati proses ekologis yang sulit dilakukan di lingkungan sekolah, seperti dekomposisi, transfer energi, dan keseimbangan ekosistem. Hal ini memperluas pemahaman siswa terhadap konsep-konsep kompleks yang sebelumnya hanya dapat dijelaskan secara teoritis.

Selain itu, hasil penelitian ini juga sejalan dengan teori konstruktivisme, yang menekankan bahwa siswa membangun sendiri pengetahuannya melalui pengalaman belajar aktif dan bermakna (Suhendi et al., 2021). Pembelajaran berbasis eksperimen virtual memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengeksplorasi, mengamati, dan menarik kesimpulan berdasarkan fenomena yang disajikan secara interaktif. Kegiatan tersebut mendorong siswa untuk berpikir kritis, mengajukan pertanyaan, serta mengaitkan konsep dengan situasi nyata. Dengan demikian, pembelajaran tidak lagi bersifat pasif, tetapi mendorong keterlibatan kognitif dan afektif secara menyeluruh. Oleh karena itu, penggunaan video eksperimen virtual dapat dianggap sebagai alternatif inovatif yang

efektif dalam pembelajaran biologi, khususnya untuk topik-topik yang membutuhkan pengamatan langsung terhadap proses yang sulit dilakukan di laboratorium sekolah.

Penggunaan video eksperimen virtual terbukti efektif dalam membantu siswa memahami konsep ekosistem yang kompleks. Media ini memungkinkan siswa untuk memvisualisasikan proses interaksi antara komponen biotik dan abiotik, aliran energi, serta hubungan antarorganisme dalam suatu ekosistem yang sering kali sulit diamati secara langsung di lingkungan sekolah. Dengan adanya simulasi virtual, siswa dapat mengamati fenomena ekologis seperti rantai makanan, siklus materi, atau dampak perubahan lingkungan tanpa keterbatasan ruang, waktu, dan alat laboratorium.

Selain itu, pengalaman belajar melalui simulasi memungkinkan siswa terlibat secara aktif dalam eksplorasi dan pemecahan masalah, sehingga mereka merasakan pengalaman yang menyerupai eksperimen langsung. Hal ini meningkatkan motivasi belajar sekaligus memperkuat keterampilan berpikir kritis dan analitis. Temuan ini konsisten dengan penelitian terdahulu, seperti yang dilaporkan oleh Dubois & Tajariol (2001), yang menunjukkan bahwa penggunaan video eksperimen virtual dapat meningkatkan pemahaman konsep dan hasil belajar siswa dalam pembelajaran sains.

Hasil pembelajaran yang lebih tinggi pada kelompok eksperimen tidak terjadi secara kebetulan, melainkan merupakan hasil interaksi antara faktor internal dan eksternal yang saling memperkuat. Dari sisi faktor internal, siswa menunjukkan peningkatan motivasi dan minat belajar yang signifikan. Ketertarikan mereka terhadap tampilan visual, animasi, dan simulasi interaktif pada video eksperimen virtual membuat proses belajar menjadi lebih menyenangkan dan bermakna. Ketika siswa merasa tertarik secara emosional, mereka cenderung lebih fokus, berpartisipasi aktif, dan memiliki dorongan untuk memahami materi secara lebih mendalam. Kondisi ini sejalan dengan pandangan Augustyniak et al., (2016) yang menyatakan bahwa motivasi intrinsik merupakan komponen penting dalam meningkatkan efektivitas belajar karena mendorong keterlibatan aktif dan ketekunan dalam memecahkan masalah.

Selain motivasi, keterlibatan kognitif dan afektif siswa juga menjadi penentu utama keberhasilan pembelajaran. Dalam pembelajaran berbasis video eksperimen virtual, siswa tidak hanya menerima informasi, tetapi juga berinteraksi dengan fenomena yang disimulasikan seolah-olah mereka melakukan eksperimen sendiri. Proses ini menumbuhkan rasa ingin tahu, kemampuan berpikir kritis, dan pemahaman konseptual yang lebih baik. Melalui pengalaman visual dan eksploratif, siswa membangun pengetahuan secara mandiri berdasarkan pengamatan dan refleksi pribadi. Hal ini mencerminkan prinsip pembelajaran aktif (*active learning*) dan konstruktivisme, di mana pengetahuan dibangun melalui interaksi antara pengalaman dan pemikiran individu. Dengan demikian, faktor internal berupa motivasi, minat, dan keterlibatan aktif berperan penting dalam memperkuat hasil belajar pada kelompok eksperimen.

Dari sisi faktor eksternal, peran media pembelajaran dan guru memiliki pengaruh besar terhadap efektivitas proses belajar. Video eksperimen virtual berfungsi sebagai sarana visualisasi konsep abstrak yang sulit diamati langsung di lingkungan nyata, seperti proses rantai makanan, daur energi, dan keseimbangan ekosistem. Guru, di sisi lain,

berperan sebagai fasilitator yang membantu siswa mengaitkan hasil observasi virtual dengan fenomena biologis di kehidupan sehari-hari. Keterpaduan antara media digital dan bimbingan guru menciptakan lingkungan belajar yang kondusif, kolaboratif, dan berpusat pada siswa (*student-centered learning*). Dengan pendekatan ini, pembelajaran tidak hanya berorientasi pada penyampaian informasi, tetapi juga pada pembentukan makna dan pemahaman yang kontekstual.

Namun demikian, penerapan video eksperimen virtual juga memiliki keterbatasan yang perlu diperhatikan. Pelaksanaan pembelajaran berbasis media digital memerlukan perangkat teknologi yang memadai, seperti komputer, proyektor, atau koneksi internet yang stabil. Kendala teknis seperti gangguan jaringan, ketidaksesuaian perangkat, atau kurangnya keterampilan digital siswa dan guru dapat menghambat efektivitas pembelajaran. Meski begitu, jika dirancang dengan baik, kendala tersebut dapat diminimalkan melalui perencanaan yang matang, pelatihan guru, serta integrasi media dengan pendekatan pembelajaran aktif. Dengan demikian, keberhasilan penggunaan video eksperimen virtual sangat bergantung pada sinergi antara kesiapan teknologi, kemampuan pedagogis guru, dan dukungan lingkungan sekolah dalam menciptakan pengalaman belajar yang optimal dan berkelanjutan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran menggunakan video eksperimen virtual efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep ekosistem siswa. Hal ini dibuktikan dengan perbedaan signifikan antara nilai *posttest* kelompok eksperimen dan kelompok kontrol, di mana kelompok eksperimen memperoleh rata-rata hasil belajar yang lebih tinggi.

Media video eksperimen virtual membantu siswa memvisualisasikan konsep abstrak secara konkret, memungkinkan mereka memahami hubungan antar komponen ekosistem secara lebih mendalam. Selain itu, penggunaan media ini juga meningkatkan motivasi, keterlibatan, dan kemandirian belajar siswa, sejalan dengan teori pembelajaran multimedia dan konstruktivisme.

Dengan demikian, video eksperimen virtual dapat dijadikan alternatif media pembelajaran sains yang efektif, terutama dalam kondisi keterbatasan sarana laboratorium atau pembelajaran daring. Ke depan, pengembangan media sejenis dengan dukungan interaktivitas yang lebih tinggi dan integrasi dalam berbagai topik biologi disarankan untuk semakin meningkatkan kualitas proses dan hasil belajar siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Augustyniak, R. A., Ables, A. Z., Guilford, P., Lujan, H. L., Cortright, R. N., & DiCarlo, S. E. (2016). Intrinsic motivation: an overlooked component for student success. *Advances in Physiology Education*, 40(4), 465–466.
- Dubois, M., & Tajariol, F. (2001). Présentation multimodale de l'information et apprentissage. *Cinquième Colloque Hypermédias et Apprentissages*, 197–209.
- Fadhilah, F. D., Harahap, F. H., Sofia, N. Z., Prayoga, S., & Ihsan, M. T. (2021). The

- utilization of information technology as learning media. *Jurnal Riset Dan Inovasi Pembelajaran*, 1(2), 164–173.
- Flegr, S., Kuhn, J., & Scheiter, K. (2023). When the whole is greater than the sum of its parts: Combining real and virtual experiments in science education. *Computers & Education*, 197, 104745.
- Gulo, J. E. M. (2025). *Pengaruh Penggunaan Media Pembelajaran Augmented Reality (AR) terhadap Hasil Belajar Kognitif Siswa pada Materi Virus di SMA Negeri 51 Jakarta*. Universitas Kristen Indonesia.
- Kim, D., & Gilman, D. A. (2008). Effects of text, audio, and graphic aids in multimedia instruction for vocabulary learning. *Journal of Educational Technology & Society*, 11(3), 114–126.
- Kouicem, K. (2020). Constructivist theories of Piaget and Vygotsky: Implications for pedagogical practices. *Journal of Pedagogical Research*, 13(3), 359–372.
- Lindah, L. (2022). *Penggunaan Laboratorium Virtual dalam Meningkatkan Hasil Belajar IPA Peserta Didik Kelas VIII SMP Negeri 24 Barru*. IAIN Parepare.
- Myllymäki, M., Hakala, I., Härmänmaa, T., & Laine, S. (2017). Flipped learning experiment in video-based education. *EDULEARN17 Proceedings*, 2415–2424.
- Navarro, S. L. B. (2019). Aplicación de experimentos virtuales como herramienta de aprendizaje para estudiantes de grado y posgrado de la Universidad Nacional de Ingeniería. *Revista Ciencia y Tecnología El Higo*, 9(1), 69–77.
- Paramita, R. W. D., Rizal, N., & Sulistyan, R. B. (2021). *Metode penelitian kuantitatif*. Widya Gama Press.
- Rachmaningsih, F., & Purnomo, T. (2024). Validitas dan Kefektifan Video Pembelajaran Materi Ekosistem Menggunakan POWTOON untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas X SMA. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 13(2), 392–404.
- Rodrigues, M., & Carvalho, P. S. (2022). Virtual experimental activities: a new approach. *Physics Education*, 57(4), 45025.
- Suhendi, A., Purwarno, P., & Chairani, S. (2021). Constructivism-based teaching and learning in Indonesian education. *KnE Social Sciences*, 76–89.
- Tanjung, I. F., Fikri, F., Siregar, M. M., Sinaga, H. A., & Hayati, Z. (2022). Application of Contextual Teaching and Learning Strategies to Improve Biology Learning Understanding on Ecosystem Materials at MAS YPRA Batang Kuis. *Daengku: Journal of Humanities and Social Sciences Innovation*, 2(2), 211–218.
- Widiara, I. K. (2018). Blended learning sebagai alternatif pembelajaran di era digital. *Purwadita: Jurnal Agama Dan Budaya*, 2(2), 50–56.
- Wörner, S., Kuhn, J., & Scheiter, K. (2022). The best of two worlds: A systematic review on combining real and virtual experiments in science education. *Review of Educational Research*, 92(6), 911–952.