



Pemanfaatan Virtual Reality untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Rantai Makanan pada Siswa SMP

Linggar Dea Slavira¹, Ulin Nuha¹, Ferry Budi Prasetya¹, Rayendra Wahyu Bachtiar^{1*}

¹Pendidikan IPA, Universitas Jember, Indonesia

*e-mail: rayendra_fkip@unej.ac.id

Info Artikel

Genesis Artikel:

Received: 28 Agustus 2025

Accepted: 11 November 2025

Published: 2 Juli 2026

Keywords:

Conceptual Understandings; Food Chain; Virtual Reality.

Kata Kunci:

Penguasaan Konsep; Rantai Makanan; Virtual Reality.

DOI: 10.18592/ak.v5i1.18109

ABSTRACT

Natural Sciences (IPA) is an empirical discipline that studies natural phenomena; however, many of the concepts within it are abstract, making them challenging for students to understand. This necessitates the implementation of innovative learning strategies that can facilitate a more concrete bridging of conceptual understanding. One potential solution involves incorporating Virtual Reality (VR) technology into the scientific learning process. The objective of this study is: (1) to analyze the change of students' conceptual understandings before and after the use of immersive VR, and (2) to identify the food chain concepts students comprehend during learning with VR. The present study employed an exploratory, multi-case study approach, involving a total of 15 junior high school students. The data were collected through a pre-test, semi-structured interviews, and a post-test. The analysis was conducted qualitatively by comparing changes in students' mastery of five concepts: biotic-abiotic components (A), trophic level interactions (B), the role of components in energy flow (C), the influence of food chain interactions on ecosystems (D), and the role of decomposers (E). The findings of the study suggest two primary conclusions. Firstly, there is a notable enhancement in students' comprehension of the food chain concept following the implementation of VR-based learning. Secondly, the utilization of VR media in educational settings provides a substantial enhancement in students' understanding, particularly in the context of abstract concepts related to food chains. These findings suggest that VR can serve as an effective medium for science education, with the potential to enhance conceptual understanding, mitigate misconceptions, and enrich students' learning experiences.

ABSTRAK

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) mempelajari fenomena alam secara faktual, namun banyak konsep yang bersifat abstrak sehingga sulit dipahami oleh siswa. Hal ini memerlukan strategi pembelajaran inovatif yang mampu menjembatani pemahaman konseptual secara lebih konkret. Salah satu alternatif adalah mengintegrasikan teknologi *Virtual Reality* (VR) dalam pembelajaran IPA. Penelitian ini bertujuan (1) untuk menganalisis perubahan penguasaan konsep siswa sebelum dan sesudah pembelajaran dengan VR, dan (2)

mengidentifikasi konsep apa saja yang muncul ketika siswa belajar menggunakan VR tentang rantai makanan. Penelitian menggunakan pendekatan *exploratory multi-case study* dengan melibatkan 15 siswa SMP. Data dikumpulkan melalui wawancara semi-terstruktur dengan tahapan berikut: tes pengetahuan awal, penggunaan VR, dan tes pengetahuan akhir; tes awal dan akhir dilakukan secara lisan dan siswa menjawab secara verbal. Analisis dilakukan secara kualitatif dengan membandingkan perubahan penguasaan siswa pada lima konsep, yaitu komponen biotik-abiotik (A), interaksi tingkat trofik (B), peran komponen dalam aliran energi (C), pengaruh interaksi rantai makanan terhadap ekosistem (D), dan peran pengurai (E). Hasil penelitian menunjukkan bahwa 1) terdapat peningkatan secara kualitatif penguasaan konsep rantai makanan siswa setelah pembelajaran berbasis VR dan 2) beberapa konsep rantai makanan dapat siswa pelajari ketika menggunakan VR, khususnya pada konsep-konsep rantai makanan yang abstrak. Temuan ini mengindikasikan bahwa VR dapat digunakan sebagai alternatif media pembelajaran IPA yang dapat mengembangkan pemahaman konsep siswa tentang rantai makanan.

© 2026 Tadris Biologi, Tadris Fisika, Tadris Kimia, FTK UIN Antasari Banjarmasin.

PENDAHULUAN

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) merupakan bidang ilmu yang mempelajari fenomena alam secara faktual, khususnya hubungan sebab-akibat dan gejala fisik yang dapat diamati melalui proses ilmiah. IPA berkembang melalui pengamatan fenomena alam yang dikaji secara berkelanjutan hingga menghasilkan konsep-konsep ilmiah (Alelaiwi, 2022). Dalam konteks pembelajaran, IPA tidak hanya menekankan penguasaan pengetahuan, tetapi juga berorientasi pada pengembangan keterampilan berpikir, peningkatan rasa ingin tahu, serta pembentukan sikap peduli dan bertanggung jawab terhadap lingkungan (Siang et al., 2020). Dengan demikian, pembelajaran IPA mencakup berbagai konsep tentang fenomena alam yang terjadi di lingkungan sekitar (Lestari et al., 2024).

Rantai makanan, yang merupakan salah satu konten IPA, memiliki banyak konsep yang bersifat abstrak dan kompleks, meskipun IPA mempelajari gejala-gejala alam yang nyata. Misalnya, aliran energi dari produsen hingga ke pengurai. Konsep-konsep tersebut tidak cukup dipahami sebatas definisi, tetapi juga menuntut kemampuan menerapkannya dalam pemecahan masalah. Penerapan konsep sains dalam pemecahan masalah sangat penting karena membantu menjembatani kesenjangan antara pengetahuan ilmiah abstrak dan pengalaman dunia nyata, mendorong pemikiran tingkat tinggi dan memungkinkan siswa mengembangkan solusi yang bermakna dan praktis untuk masalah yang kompleks (Tan et al., 2022). Disisi lain, siswa kerap mengalami miskonsepsi terhadap konsep-konsep IPA yang berdampak pada terbentuknya pemahaman yang tidak akurat. Dalam konteks ini, konsep dipahami sebagai representasi atau gambaran mental terhadap suatu objek atau ide. Penguasaan konsep sangat penting karena membantu individu dalam belajar, membaca, dan berkomunikasi. Menurut Nurramadhani et al. (2022), penguasaan konsep mencakup kemampuan memahami makna materi secara ilmiah, baik dari sisi teoretis maupun aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari.

Untuk mengatasi tantangan tersebut, pembelajaran IPA perlu dirancang secara lebih kontekstual dan bermakna. Pembelajaran yang hanya berfokus pada penjelasan verbal cenderung menghasilkan pemahaman yang dangkal dan kurang utuh. Salah satu alternatif yang dapat digunakan adalah pemanfaatan teknologi, seperti *virtual reality* (VR). Teknologi ini memungkinkan penyajian konsep secara visual, dinamis, dan representatif sehingga dapat membantu siswa membangun pemahaman yang lebih konkret terhadap materi yang abstrak dan kompleks (Bodzin, A., et al., 2021; Conrad, M., et al., 2024; Hu-Au, E., & Okita, S., 2021; Paulsen, L., & Davidsen, J., 2025). Oleh karena itu, integrasi teknologi dalam pembelajaran IPA berpotensi meningkatkan kualitas penguasaan konsep dan meminimalkan terjadinya miskonsepsi (Adelana, O. P., et al., 2023; Bodzin, A., et al., 2021; Dorji et al., 2025).

Salah satu bentuk teknologi yang berpotensi mendukung pembelajaran IPA adalah VR (Conrad, M., et al., 2024; Bodzin, A., et al., 2021; Park, J., 2025). Teknologi ini memungkinkan integrasi lingkungan belajar yang bersifat interaktif, baik dalam bentuk visualisasi dua dimensi (2D) maupun tiga dimensi (3D) untuk mensimulasikan pengalaman belajar yang menyerupai di dunia nyata (Conrad, M., et al., 2024; Jiang, Y., et al., 2024; Parong, J., & Mayer, R. E., 2021). Penelitian menunjukkan bahwa fitur utama VR adalah *immersion*, sehingga efektif untuk membelajarkan konsep-konsep yang abstrak (Adelana, O. P., et al., 2023; Conrad, M., et al., 2024; Paulsen, L., & Davidsen, J., 2025). Selain itu, VR telah dimanfaatkan sebagai alternatif dalam pelatihan dan pendidikan karena mampu memberikan pengalaman belajar yang menarik dan mendalam (Arora, 2024; Botes, W., 2025; Jothikumar et al., 2024). Potensi peningkatan pembelajaran VR merupakan topik yang sering dieksplorasi (Kaul & Kumar, 2024; Kurtz, M. et al., 2025; Lui, M. et al., 2023; Stracke, C. M. et al., 2025). Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa pembelajaran IPA berbasis VR dapat meningkatkan partisipasi, motivasi belajar, dan hasil belajar sains secara signifikan (Biringkanae & Bunahri, 2024; Botes, W., 2025; Froehlich et al., 2024; Hu-Au, E., & Okita, S., 2021). Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat penguasaan konsep siswa sebelum dan sesudah pembelajaran menggunakan VR dan untuk mengetahui efektivitas penggunaan VR dalam mengembangkan penguasaan konsep siswa SMP pada materi rantai makanan.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan *exploratory multi-case study* terhadap 15 siswa SMP. Pendekatan ini dipilih untuk memperoleh pemahaman yang mendalam terhadap setiap kasus siswa, serta untuk membandingkan persamaan dan perbedaan penguasaan konsep siswa pada materi rantai makanan sebelum dan sesudah pembelajaran menggunakan media VR (Creswell & Poth, 2018; Yin, 2018). Pendekatan multi-case study digunakan untuk menemukan pola temuan dari masing-masing kasus, serta memprediksi hasil yang serupa (*literal replication*) atau hasil yang kontras (*theoretical replication*) berdasarkan kerangka teori yang digunakan (Creswell & Poth, 2018; Yin, 2018), sehingga pendekatan ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi kenapa dan bagaimana siswa dapat menguasai konsep rantai makanan.

Gambar 1 merupakan prosedur penelitian. Penelitian dilaksanakan dengan wawancara semi terstruktur, diawali dengan pelaksanaan tes pengetahuan awal untuk mengukur pemahaman awal siswa tentang konsep rantai makanan. Selanjutnya, siswa diarahkan untuk

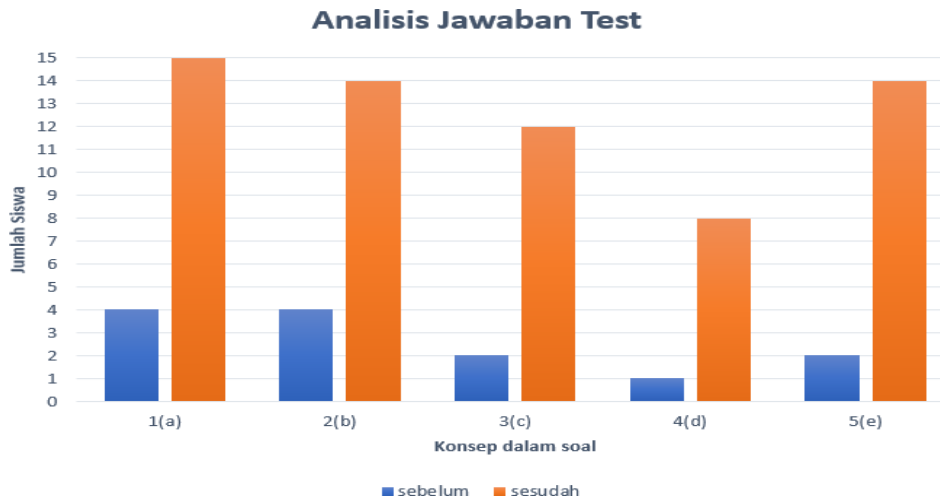
mengeksplorasi materi rantai makanan secara mandiri melalui media VR. Setelah penggunaan VR, peneliti melakukan diskusi dengan setiap siswa untuk menggali lebih dalam konsep apa saja yang mereka pelajari Ketika menggunakan VR. Penelitian diakhiri dengan pelaksanaan tes akhir guna mendiskripsikan perubahan penguasaan konsep setelah penggunaan media VR. Tes awal dan akhir dilakukan secara lisan dan siswa menjawab secara verbal. Data yang dikumpulkan dianalisis secara kualitatif. Analisis dilakukan terhadap hasil tes awal dan tes akhir untuk melihat perubahan konseptual siswa. Rekaman diskusi ditranskripkan dan kemudian dianalisis secara kualitatif untuk mengidentifikasi konsep rantai makanan apa saja yang disebutkan oleh siswa.



Gambar 1. Prosedur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Temuan pertama penelitian ini ditampilkan pada Gambar 2, yang menunjukkan adanya perbaikan pemahaman konsep rantai makanan siswa setelah pembelajaran menggunakan VR. Sebagai contoh pada konsep A, jawaban siswa berubah dari jawaban yang salah (produsen sebagai awalan/tumpuan dalam rantai makanan) menjadi jawaban yang benar (produsen adalah tahap awal rantai makanan, produsen adalah tumbuhan). Perubahan jawaban siswa yang mampu menjawab dengan benar dan komprehensif setelah melihat visualisasi dalam lingkungan VR menunjukkan bahwa teknologi ini dapat membantu siswa memahami konsep rantai makanan secara lebih baik (Conrad, M., et al., 2024; Cui, Y., 2025; Ng, D. T. K., 2024; Park, J., 2025). Konsep rantai makanan yang bersifat abstrak dapat diajarkan secara lebih konkret melalui visualisasi aliran energi dalam proses makan dan dimakan, yang divisualisasikan mulai dari produsen hingga ke pengurai. Perubahan ini menunjukkan bahwa VR berperan dalam membantu siswa memahami representasi visual dari konsep rantai makanan yang abstrak, sehingga memperjelas hubungan antar organisme pada materi tersebut. Temuan ini sejalan dengan penelitian Lin et al. (2022) dan Gaona et al. (2023) yang menyatakan bahwa media 3D berbasis VR efektif dan praktis dalam divisualisasikan materi yang selama ini sulit dijelaskan secara konvensional. Selain itu, pembelajaran berbasis VR juga terbukti mampu meningkatkan minat belajar siswa sekaligus mendukung pencapaian tujuan pembelajaran secara optimal (Cui, Y., 2025; Danmali et al., 2024; Park, J., 2025; Parong, J., & Mayer, R. E., 2021).



Gambar 2. Analisis Jawaban Test Sebelum dan Sesudah

Selanjutnya dicontohkan bagaimana perubahan lima konsep rantai makanan: yaitu konsep A (biotik dan abiotik) diwakili oleh Siswa 4, konsep B (interaksi tingkat trofik) oleh Siswa 6, konsep C (peran komponen dalam aliran energi) oleh Siswa 9, konsep D (pengaruh interaksi rantai makanan terhadap ekosistem) oleh Siswa 8, dan konsep E (peran pengurai) oleh Siswa 12.

a. Konsep A (Siswa 4)

Tabel 1. Hasil Penguasaan Konsep A (Biotik dan Abiotik) pada Siswa 4

Sebelum	Kode Analisis	Sesudah	Kode Analisis
-	[0] <i>Salah</i>	Komponen biotik, contohnya tumbuhan, hewan, dan manusia. Komponen abiotik, contohnya udara, batu, tanah, dan suhu	[1] <i>Benar lengkap</i>

b. Konsep B (Siswa 6)

Tabel 2. Hasil Penguasaan Konsep B (Interaksi Tingkat Trofik) pada Siswa 6

Sebelum	Kode Analisis	Sesudah	Kode Analisis
Produsen sebagai awalan/tumpuan dalam rantai makanan konsumen tingkat 1, 2, dan 3 menjadi rantai makanan selanjutnya yang akan menjadi penghubung antar rantai makanan	[0] <i>Salah</i>	Produsen adalah tahap awal dari rantai makanan, yaitu tumbuhan. Konsumen tingkat 1, yaitu rusa; konsumen tingkat 2 yaitu ular; dan konsumen tingkat 3, yaitu harimau	[1] <i>Benar lengkap</i>

c. Konsep C (Siswa 9)

Tabel 3. Hasil Penguasaan Konsep C (Peranan Komponen Aliran Energi) pada Siswa 9

Sebelum	Kode Analisis	Sesudah	Kode Analisis
<i>Tumbuhan-rusa-harimau-ular-jamur</i>	<i>[0] Salah</i>	<i>Tumbuhan mendapatkan energi dari matahari yang disebut fotosintesis. Rusa yang mendapatkan energi dari tumbuhan, konsumen 2/ular yang mendapatkan energi dari rusa, harimau mendapatkan energi dari ular dan jamur mendapatkan energi dari sisa konsumen yang mati lalu diuraikan oleh cacing dan bakteri</i>	<i>[1] Benar lengkap</i>

d. Konsep D (Siswa 8)

Tabel 4. Hasil Penguasaan Konsep D (Interaksi Rantai Makanan terhadap Ekosistem) pada Siswa 8

Sebelum	Kode analisis	Sesudah	Kode Analisis
<i>Penambahan rusa dan berkurangnya harimau</i>	<i>[0] Salah</i>	<i>Iya, harimau akan memakan rusa karena dia adalah salah satu herbivora berdagang, jumlah rusa akan berkurang karena harimau memakan rusa dan populasi tumbuhan akan semakin banyak</i>	<i>[1] Benar lengkap</i>

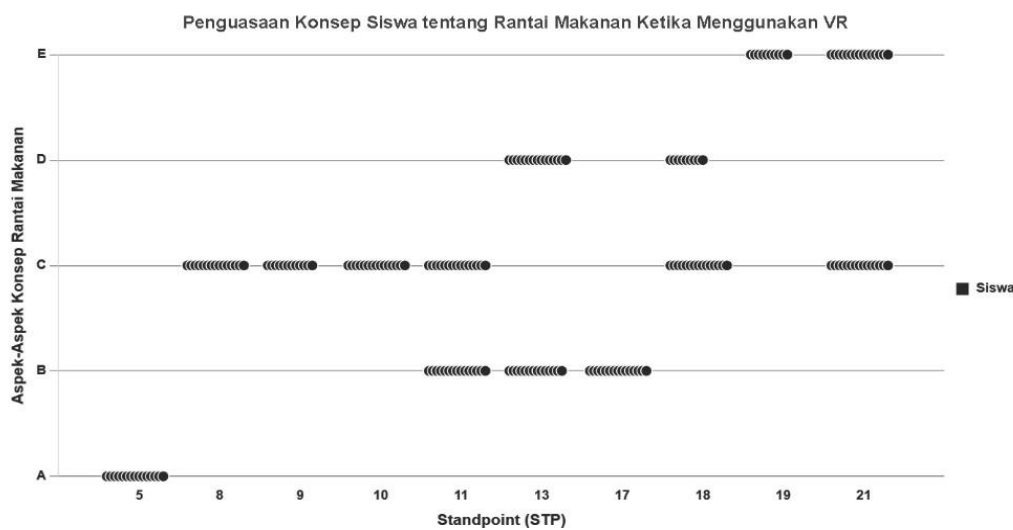
e. Konsep E (Siswa 12)

Tabel 5. Hasil Penguasaan Konsep E (Peranan Pengurai Rantai Makanan) pada siswa 12

Sebelum	Kode Analisis	Sesudah	Kode Analisis
<i>Peran pengurai penting dalam suatu ekosistem</i>	<i>[0] Salah</i>	<i>Peran pengurai dalam ekosistem penting karena pengurai dapat mendaur ulang tumbuhan/hewan yang sudah mati</i>	<i>[1] Benar lengkap</i>

Temuan kedua penelitian ini ditampilkan pada Gambar 3, yang menunjukkan bahwa aktivitas belajar menggunakan VR membantu siswa menguasai konsep materi rantai makanan. Berdasarkan hasil analisis terhadap visualisasi konsep materi rantai makanan ditemukan bahwa beberapa standpoint memberikan kontribusi paling signifikan terhadap pemahaman konsep pada masing-masing kategori. Adapun kontribusi terbesar dari setiap konsep tercermin pada konsep A pada standpoint 5; konsep B pada standpoint 11 dan 17; konsep C pada standpoint 8, 10, 11, 18, dan 20; konsep D pada standpoint 13; dan konsep E pada standpoint 20. Sebagai contoh pada konsep aliran energi, ditampilkan visualisasi 3D berupa rusa yang memakan tumbuhan. Visualisasi ini membantu siswa memahami peran komponen ekosistem dalam aliran energi bahwa konsumen tingkat pertama (rusa) memperoleh energi dari produsen (tumbuhan). Penyajian konsep rantai makanan melalui standpoint dalam lingkungan VR memungkinkan siswa memahami objek yang tidak dapat diamati secara langsung, serta

memberikan pengalaman belajar yang bermakna. Pengalaman menjelajahi simulasi 3D turut berkontribusi positif terhadap pengembangan pemahaman konsep rantai makanan. Melalui penggunaan VR, siswa juga dapat mengamati organisme dari berbagai sudut pandang dalam konten pembelajaran yang disediakan. Hasil ini mengindikasikan bahwa penggunaan VR untuk mengajarkan konsep abstrak seperti rantai makanan melalui visualisasi 3D terbukti efektif dalam membantu siswa memahami proses yang tidak dapat diamati secara langsung (Conrad, M., et al., 2024; Dong, L., et al., 2025; Ng, D. T. K., 2024; Parong, J., & Mayer, R. E., 2021). Sebagai contoh aliran energi dalam rantai makanan dengan video dan objek 3D hewan yang memakan mangsanya, sehingga dapat memvisualisasikan urutan aliran energi (konsep C) pada standpoint 8, 9, 10, 11, 18, dan 20.



Gambar 3. Konsep rantai makanan yang dipahami siswa saat belajar menggunakan VR

Pada bagian ini, peneliti menyajikan secara rinci temuan penguasaan konsep siswa terkait konsep rantai makanan yang dikontribusikan paling besar oleh VR. Peneliti memilih lima siswa dengan hasil transkripsi yang dianggap mewakili setiap bentuk penguasaan, yaitu pada konsep A (Siswa 4) pada standpoint 5; konsep B (Siswa 6) pada standpoint 11, 13, dan 17; konsep C (siswa 9) pada standpoint 8, 9, 10, 11, 18, dan 21; konsep D (siswa 8) pada standpoint 13 dan 18; dan konsep E (siswa 12) pada standpoint 19 dan 21.

a. Konsep A (Siswa 4)

Tabel 6. Hasil Penguasaan Konsep A (Biotik dan Abiotik) pada Siswa 4 Saat Menggunakan VR

Line	P/S	Contoh Transkrip
1	P	Tadi disini belajar apa?
2	S	Ekosistem
3	P	Oke. Ekosistem ada biotik dan abiotik, biotik itu apa ?
4	S	Hidup kak
5	P	Contohnya
6	S	Emm manusia
7	P	Apa lagi. Coba dilihat disekitar ada apa saja
8	S	Hewan, pohon, air terjun
9	P	Kalau abiotik
10	S	Mati
11	P	Contohnya abiotik apa?
12	S	Tanah, suhu, udara
13	P	Kalau disekitar ini ada apa saja?

b. Konsep B (Siswa 6)

Tabel 7. Hasil Penguasaan Konsep B (Interaksi Tingkat Trofik) pada Siswa 6 Saat Menggunakan VR

Line	P/S	Contoh Transkrip
1	P	Jadi produsen itu dimangsa atau memangsa
2	S	Dimangsa kak
3	P	Dimangsa siapa ?
4	S	Emm dimangsa hewan
5	P	Ada hewan apa?
6	S	Rusa
7	P	Rusa termasuk
8	S	Konsumen
9	P	Konsumen berapa
10	S	Tingkat satu
11	P	Disini tadi hewan apa
12	S	Ular dan rusa
13	P	Ular termasuk konsumen berapa
14	S	Dua
15	P	Kenapa kok disebut konsumen 2
Line	P/S	Contoh Transkrip
16	S	Karena Memangsa Rusa
17	P	Disini ada hewan apa
18	S	Ular dan harimau
19	P	Harimau termasuk konsumen berapa
20	S	tiga
21	P	Kenapa disebut konsumen 3
22	S	Karena memangsa ular

c. Konsep C (Siswa 9)

Tabel 8. Hasil Penguasaan Konsep C (Peranan Komponen Aliran Energi) pada Siswa 9 saat Menggunakan VR

Line	P/S	Contoh Transkrip
1	P	Mahluk hidup membutuhkan energi, untuk apa?
2	S	Untuk hidup
3	P	Ada hukuman kekekalan energi, energi bisa dimusnakan atau tidak?
4	S	Tidak bisa
5	P	Kenapa tidak bisa?
6	S	Diam
7	P	Tumbuhan memperoleh energi dari mana ?
8	S	Sinar matahari
9	P	Melalui proses apa itu dek?
10	S	Fotosintesis
11	P	Kenapa disebut konsumen satu
12	S	Karena memakan tumbuhan
13	P	Jadi energinya dari mana?
14	S	Tumbuhan
15	P	Kenapa kok disebut konsumen tingkat 2
16	S	Karena memangsa rusa
17	P	Kenapa kok disebut konsumen tingkat 3?
18	S	Karena memangsa ular
19	P	Jadi konsumen akhir ini memperoleh energi dari?
20	S	Konsumen tingkat 2
21	P	Menurut kamu, dari rantai makanan , energi bisa dimanfaatkan lagi atau tidak?
22	S	Bisa
23	P	Dimanfaatkan oleh siapa
24	S	Oleh tumbuhan

d. Konsep D (Siswa 8)

Tabel 9. Hasil Penguasaan Konsep D (Interaksi Rantai Makanan terhadap Ekosistem) pada Siswa 8 Saat Menggunakan VR

Line	P/S	Contoh Transkrip
1	P	Menurut kamu jika ular ini mati/ punah, harimau memangsa siapa ?
2	S	Hewan lain
3	P	Contohnya
4	S	Rusa
5	P	Rusa nya tambah banyak atau tambah sedikit populasinya
6	S	Sedikit
7	P	Tapi kan hanya harimau yang memangsa jadi tetep tambah banyak/ sedikit tambah sedikit, kenapa kok tambah sedikit ?
8	S	Diam
9	P	Yauda kalau rusnya tambah sedikit, rusa makan apa si ?
10	S	Tumbuhan
11	P	Jika rusa tambah sedikit terus populasi tumbuhannya menurun atau meningkat?
12	S	Meningkat
13	P	Kenapa kok meningkat?
14	S	Karena jumlah rusnya sedikit
15	P	Kenapa itu kok sedikit rusnya?
16	S	Karena dimakan harimau
17	P	Rusa itu termasuk hewan apa?
18	S	Herbivora

e. Konsep E (Siswa 12)

Tabel 10. Hasil Penguasaan Konsep E (Peranan Pengurai Rantai Makanan) pada siswa 12 menggunakan VR

Line	P/S	Contoh Transkrip
1	P	Konsumen 3 mati tadi apa?
2	S	Harimau
3	P	Jadi kalau harimau mati, bagaimana aliran energinya Diuraikan
4	S	pengurai
5	P	Urutan terakhir dalam rantai makanan apa?
6	S	Pengurai
7	P	Apa yang dimaksud dengan pengurai?
8	S	Pendaur ulang makhluk hidup yang mati
9	P	Contoh dalam pengurai yang ada disini apa ?
10	S	Jamur, cacing, kuman

Penelitian pada bidang VR menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis teknologi, khususnya dengan penggunaan VR berkontribusi dalam mewujudkan pembelajaran yang berkualitas (Hite, 2022; Naz et al., 2024; Wang, S. et al., 2023; Xu, W. W., et al., 2022). Melalui fitur visualisasi 3D pada VR, siswa dapat menjelajahi atau melakukan eksperimen dalam lingkungan virtual yang aman (Lawson, A. P., & Mayer, R. E., 2024; Wang, S. et al., 2023; Xu, W. W., et al., 2022). Hal ini memudahkan siswa dalam memahami konsep-konsep yang abstrak dan kompleks. Deck (2023) menyatakan bahwa pengguna VR memiliki kendali penuh terhadap pusat kendali (*control center*), sehingga dapat mengarahkan pandangan ke segala arah. Kemampuan ini memungkinkan interaksi langsung dengan lingkungan virtual, serta memungkinkan pengguna mengamati objek dari berbagai sudut pandang (Lawson, A. P., & Mayer, R. E., 2024; Petersen, G. B. et al., 2023; Spangenberg, P. et al., 2024). Dengan demikian, media VR terbukti mampu memberikan pengalaman belajar yang mendalam, memperkuat pemahaman terhadap konsep-konsep yang sulit dijelaskan secara konvensional,

dan mendukung visualisasi yang efektif dalam menguasai materi yang bersifat abstrak (Conrad, M., et al., 2024; Dong, L., et al., 2025; Jiang, Y., et al., 2024; Xu, W. W., et al., 2022).

Visualisasi konsep materi rantai makanan dalam standpoint dengan kontribusi paling rendah ditemukan pada beberapa konsep, yaitu konsep B pada standpoint 13, konsep C pada standpoint 9, konsep D pada standpoint 18, dan konsep E pada standpoint 19. Beberapa siswa belum menyadari adanya konsep yang seharusnya dipelajari saat berada di standpoint tersebut. Sebagai contoh, standpoint 18 yang merepresentasikan konsep D, yaitu analisis dampak hilangnya salah satu komponen dalam rantai makanan terhadap keseimbangan ekosistem. Visualisasi yang ditampilkan dalam konten pembelajaran menunjukkan adegan “harimau dimakan oleh ular”, yang dimaksudkan untuk menggambarkan skenario keberlanjutan ekosistem apabila salah satu organisme (ular) mengalami kepunahan. Namun demikian, visualisasi ini belum sepenuhnya mencerminkan indikator konseptual yang dimaksud dalam materi. Secara ideal, visualisasi tersebut seharusnya menampilkan keterkaitan antar komponen secara lebih logis, misalnya dengan menunjukkan skenario kepunahan ular, diikuti oleh peningkatan populasi rusa akibat hilangnya predator, yang kemudian berdampak pada penurunan populasi produsen karena tingkat konsumsi yang meningkat. Ketidaksiharian antara visualisasi dan konsep yang ditargetkan ini diduga disebabkan oleh keterbatasan fitur dalam perangkat lunak pengembangan VR (Chen, J. C., et al., 2020; Conrad, M., et al., 2024; Dong, L., et al., 2025; Jiang, Y., et al., 2024), sehingga makna konseptual dalam standpoint tersebut belum tergambarkan secara utuh.

SIMPULAN

Temuan pertama penelitian ini menunjukkan terdapat perbaikan penguasaan konsep siswa pada materi rantai makanan yang lebih lengkap dan komprehensif setelah siswa mengikuti pembelajaran berbasis *Virtual Reality* (VR). Temuan kedua menunjukkan bahwa pemanfaatan media VR dalam proses pembelajaran berkontribusi terhadap pemahaman siswa, khususnya dalam menjelaskan konsep-konsep abstrak yang sulit diamati secara langsung di lingkungan nyata. Melalui visualisasi 3D yang interaktif, VR memungkinkan siswa mengeksplorasi alur energi serta interaksi antarorganisme dalam suatu ekosistem secara lebih konkret dan mendalam, sehingga memperkuat pemahaman konseptual siswa. Implikasi dari hasil penelitian ini menekankan pentingnya peran pendidik dalam memfasilitasi pembelajaran VR secara aktif, termasuk memantau keterlibatan siswa, memberikan *scaffolding* berupa pertanyaan terarah, serta memperkuat pemahaman konsep untuk memastikan tercapainya tujuan pembelajaran secara optimal.

REFERENSI

- Adelana, O. P., Ayanwale, M. A., Ishola, A. M., Oladejo, A. I., Adewuyi, & H. O. (2023). *Exploring pre-service teachers' intention to use virtual reality: A mixed method approach. Computers & Education: X Reality, 3*, 100045.
- Alelaiwi & M. M. (2022). Careful Observation (pp. Dalam 36–47). *Oxford University Press eBooks*. doi.org/10.1093/oso/9780192868657.003.0004
<https://doi.org/10.1093/oso/9780192868657.003.0004>

- Arora & M. (2024). Virtual Reality in Education. 379–402. <https://doi.org/10.1002/9781394200498.ch22>.
<https://doi.org/10.1002/9781394200498.ch22>
- Biringkanae, P., Bunahri, & R. R. (2024). The Influence of Using Virtual Reality-Based Learning Media on Increasing Learning Motivation, Practical Skills, and Learning Outcomes of Jayapura Aviation Polytechnic Students. *Dinasti International Journal of Education Management and Social Science (DIJEMSS)*, 6(1), 633–641. <https://doi.org/10.38035/dijemss.v6i1.3495>.
<https://doi.org/10.38035/dijemss.v6i1.3495>
- Bodzin, A., Junior, R. A., Hammond, T., Anastasio, & D. (2021). *Investigating engagement and flow with a placed-based immersive virtual reality game*. *Journal of science education and technology*, 30(3), 347-360.
- Botes & W. (2025). *Pre-Service Science Teachers' Reflections on Using Virtual Reality Open Educational Resources in Life Science Education*. *European Journal of STEM Education*, 10(1), 17.
- Chen, G., Shen, Z., Iyer, A., Ghumman, U., Tang, S., Bi, J., & ... (2020). Machine-learning-assisted de novo design of organic molecules and polymers: Opportunities and challenges. *Polymers*, (Query date: 2025-02-24 13:00:04). <https://www.mdpi.com/2073-4360/12/1/163>
- Conrad, M., Kablitz, D., Schumann, & S. (2024). *Learning effectiveness of immersive virtual reality in education and training: A systematic review of findings*. *Computers & Education: X Reality*, 4, 100053.
- Creswell, J. W., Poth, & C. N. (2018). *Qualitative Inquiry and Research Design (4th ed.)*.
- Cui & Y. (2025). *What influences college students using AI for academic writing?-A quantitative analysis based on HISAM and TRI theory*. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 8, 100391.
- Danmali, S. S., Onansanya, S. A., Atanda, F. A., Abdullahi, & A. (2024). Application of Virtual Reality in STEM Education for Enhancing Immersive Learning and Performance of At-Risk Secondary School Students. *International Journal of Research and Innovation in Social Science, VIII(IIS)*, 3971–3984. <https://doi.org/10.47772/ijriss.2024.803288s>.
<https://doi.org/10.47772/ijriss.2024.803288s>
- Deck & C. (2023). Virtual reality and science, technology, engineering, and mathematics education (pp. Dalam 189–197). *Elsevier eBooks*. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-818630-5.13075-1>.
<https://doi.org/10.1016/b978-0-12-818630-5.13075-1>
- Dong, L., Tang, X., Wang, & X. (2025). *Examining the effect of artificial intelligence in relation to students' academic achievement in classroom: A meta-analysis*. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 100400.
- Dorji, K., Mongar, B. B., Kinley, K., Tamang, & R. S. (2025). Bridging the Gap: Interactive Video Interventions in High School Biology Education for Misconception Rectification in Bhutan. *Deleted Journal*, 10(01), 109–125. <https://doi.org/10.17102/eip.10.2025.06>.
<https://doi.org/10.17102/eip.10.2025.06>
- Froehlich, F., Hovey, C. M., Reza, S., Plass, & J. L. (2024). Beyond Slideshows – Investigating the Impact of Immersive Virtual Reality on Science Learning. 945–950. <https://doi.org/10.1109/vr58804.2024.00113>.
<https://doi.org/10.1109/vr58804.2024.00113>
- Gaona, J., Quevedo, S., Villota, W., Cabrera, & A. (2023). Visualizing the Unseen: 3D Cell Microscopy Through Virtual Reality. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3179098/v1>.
<https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3179098/v1>
- Hite & R. (2022). Virtual Reality: Flight of Fancy or Feasible? Ways to Use Virtual Reality Technologies to Enhance Students' Science Learning. *American Biology Teacher*,

- 84(2), 106–108. <https://doi.org/10.1525/abt.2022.84.2.106>
- Hu-Au, E., Okita, & S. (2021). *Exploring differences in student learning and behavior between real-life and virtual reality chemistry laboratories. Journal of Science Education and Technology, 30(6), 862-876.*
- Jiang, Y., Hamadani, K., Ng, K., Ahmadinia, A., Aquino, A., Palacio, R., Huang, J., Macshane, J. and Hadaegh, & A. (2024). *Developing scalable hands-on virtual and mixed-reality science labs. Virtual Reality, 28(4), 173.*
- Jothikumar, K., Gomathi, V., Keerthikasri, G., Bibinsha, & K. S. (2024). Immersive Virtual Reality-Based Learning Environment. 209–225. <https://doi.org/10.1201/9781003469315-10>. <https://doi.org/10.1201/9781003469315-10>
- Kaul, N., Kumar, & C. S. (2024). Exploring the Landscape of Virtual Reality in Education. 181–199. <https://doi.org/10.1002/9781394200498.ch11>. <https://doi.org/10.1002/9781394200498.ch11>
- Kurtz, M., Benabbou, A., Pons, C., Broisin, & J. (2025). *Collaboration in virtual and remote laboratories for education: A systematic literature review. International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning, 1-55.*
- Lawson, A. P., Mayer, & R. E. (2024). *Individual differences in executive function affect learning with immersive virtual reality. Journal of Computer Assisted Learning, 40(3), 1068-1082.*
- Lestari, L., Rini, C. P., Gumilar, & A. (2024). Analisis Pemahaman Konsep dalam Pembelajaran IPA pada Siswa Kelas IV SD. *Journal of Education Research, 5(4), 4533–4538.* <https://doi.org/10.37985/jer.v5i4.1590>
- Lin, H., Hwang, G.-J., Su, P., Zhao, & J. (2022). An exploration-based SVVR approach to promote students' chemistry learning effectiveness. *Interactive Learning Environments, 1–25.* <https://doi.org/10.1080/10494820.2022.2135106>. <https://doi.org/10.1080/10494820.2022.2135106>
- Lui, M., Chong, K. Y. A., Mullally, M., McEwen, & R. (2023). *Facilitated model-based reasoning in immersive virtual reality: Meaning-making and embodied interactions with dynamic processes. International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning, 18(2), 203-230.*
- Naz, Z., Azam, A., Khan, M. U. G., Saba, T., Otaibi, S. A., Rehman, & A. (2024). Development and Evaluation of Immersive VR Laboratories of Organic Chemistry and Physics for Students Education. *Physica Scripta.* <https://doi.org/10.1088/1402-4896/ad3024>. <https://doi.org/10.1088/1402-4896/ad3024>
- Ng, D. T. K., Su, J., Leung, J. K. L., Chu, & S. K. W. (2024). *Artificial intelligence (AI) literacy education in secondary schools: A review. Interactive Learning Environments, 32(10), 6204-6224.*
- Nurramadhani, A., Permana, I. K. A. A., Aqilah, S., Amalia, & N. N. (2022). Science Integrated Concept: Penguasaan dan Kompetensi Guru IPA. *Pedagogia: Jurnal Ilmiah Pendidikan, 14(1), 36–39.* <https://doi.org/10.55215/pedagogia.v14i1.5811>. <https://doi.org/10.55215/pedagogia.v14i1.5811>
- Park & J. (2025). *A systematic literature review of generative artificial intelligence (GenAI) literacy in schools. Computers and Education: Artificial Intelligence, 100487.*
- Parong, J., Mayer, & R. E. (2021). *Cognitive and affective processes for learning science in immersive virtual reality. Journal of Computer Assisted Learning, 37(1), 226-241.*

- Paulsen, L., Davidsen, & J. (2025). *Activity-based collaborative virtual reality: Conceptualising immersive virtual reality for collaborative learning. International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning, 1-25.*
- Petersen, G. B., Stenberdt, V., Mayer, R. E., Makransky, & G. (2023). *Collaborative generative learning activities in immersive virtual reality increase learning. Computers & Education, 207, 104931.*
- Siang, J. L., Sukardjo, M., Salenus, B. J., Sudrajat, Y., Khasanah, & U. (2020). Pengaruh model pembelajaran dan kemampuan berpikir kreatif terhadap hasil belajar IPA siswa SMP. *JTP-Jurnal Teknologi Pendidikan, 22(1), 40-52.*
- Spangenberg, P., Freytag, S. C., Geiger, & S. M. (2024). *Embodying nature in immersive virtual reality: Are multisensory stimuli vital to affect nature connectedness and pro-environmental behaviour?. Computers & Education, 212, 104964.*
- Stracke, C. M., Bothe, P., Adler, S., Heller, E. S., Deuchler, J., Pomino, J., Wölfel, & M. (2025). *Immersive virtual reality in higher education: A systematic review of the scientific literature. Virtual Reality, 29(2), 1-21.*
- Tan, A.-L., Ong, Y. S., Ng, Y. S., Tan, & J. H. J. (2022). STEM Problem Solving: Inquiry, Concepts, and Reasoning. *Science & Education, 32(2), 381-397.* <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00310-2>. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00310-2>
- Wang, H., Fu, T., Du, Y., Gao, W., Huang, K., Liu, Z., & ... (2023). Scientific discovery in the age of artificial intelligence. *Nature*, (Query date: 2025-02-24 13:02:55). <https://www.nature.com/articles/s41586-023-06221-2>
- Xu, W. W., Su, C. Y., Hu, Y., Chen, & C. H. (2022). *Exploring the effectiveness and moderators of augmented reality on science learning: A meta-analysis. Journal of Science Education and Technology, 31(5), 621-637.*
- Yin & R. (2018). *Case Study Research And Applications: Design and Methods (6th ed.)*.