

## PENGGUNAAN *AUGMENTED REALITY* UNTUK MEMFASILITASI PERUBAHAN REPRESENTASI KONSEPTUAL SISWA TENTANG SISTEM ENDOKRIN DAN PENGUASAAN KONSEP

Nisrina Dwi Fajriani<sup>1\*</sup>, Ari Widodo<sup>1</sup>, Diana Rochintaniawati<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. Dr. Setiabudhi No. 229 Bandung, Jawa Barat

\* corresponding author | email : [nisrinadf15@gmail.com](mailto:nisrinadf15@gmail.com)

Dikirim 26 Agustus 2020

Diterima 15 Agustus 2021

Diterbitkan 15 Agustus 2021

### ABSTRAK

[doi dx.doi.org/10.17977/um052v12i3p164-173](https://doi.org/10.17977/um052v12i3p164-173)

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penggunaan *Augmented Reality* (AR) dalam memfasilitasi perubahan representasi konseptual siswa tentang sistem endokrin dan penguasaan konsep. Penelitian ini menggunakan metode *Quasi Experimental* dengan desain penelitian *Non equivalent control group design*. Sampel penelitian terdiri dari 30 siswa yang menggunakan pembelajaran AR dan 30 siswa yang menggunakan video pembelajaran. Instrumen yang digunakan adalah tes uraian representasi konseptual dan tes pilihan ganda penguasaan konsep. Hasil tes representasi konseptual menunjukkan bahwa siswa kelas eksperimen menggunakan bentuk representasi yang lebih beragam dengan bentuk tulisan, diagram, gabungan tulisan–diagram, tulisan–gambar, dan diagram–gambar setelah pembelajaran menggunakan AR. Mayoritas siswa kelas eksperimen juga menggunakan gabungan level representasi makroskopik-mikroskopik-submikroskopik dengan kedalaman dan akurasi konsep yang lebih baik dibandingkan siswa kelas kontrol. Siswa kelas eksperimen memiliki nilai penguasaan konsep yang lebih tinggi pada jenjang C3 dan C4. Dapat disimpulkan bahwa penggunaan AR dapat memfasilitasi perubahan representasi konseptual siswa tentang sistem endokrin dan penguasaan konsep.

**Kata Kunci :** *Augmented Reality, Representasi Konseptual, Penguasaan Konsep, Sistem Endokrin*

This study aims to identify the use of *Augmented Reality* in facilitating changes of students' conceptual representation in endocrine system and enhance students' comprehension to the concepts. The method used in this study is *Quasi-experimental* with the design *Non equivalent control group design*. The samples in this study are consisted of 30 students that use AR in learning and 30 students that use learning video. The instrument used in this study is an essay test about conceptual representation and multiple choice test about concept mastery. The conceptual representation test result shows that students in the experimental class use more diverse modes of representation changes with text, diagram, combination of text-diagram, text-picture, and diagram-picture after the learning with AR. The majority of students in the experimental class also use a combined macroscopic-microscopic-submicroscopic level of representation with better concept depth and accuracy than students in the control class. The experimental class students achieved higher concept mastery for the C3 and C4 levels. The results of this study indicates that learning by using AR can facilitate changes in conceptual representation and mastery of students' concepts in the endocrine system.

**Keywords :** *Augmented Reality, Conceptual Representation, Mastery of Students' Concepts, Endocrine System*

Biologi merupakan salah satu cabang ilmu yang wajib dipelajari siswa tingkat menengah di Indonesia. Dalam biologi terdapat fenomena kompleks yang melibatkan fenomena konkret dan abstrak, level mikro dan makro, serta representasi dua dimensi dan tiga dimensi dari bentuk kehidupan. Selain itu, fenomena biologi memerlukan pengamatan pada titik berbeda setiap waktunya untuk melihat perkembangan yang bersifat temporal pada suatu organisme atau tahapan suatu proses dari sudut pandang yang berbeda. Oleh karena itu, pembelajaran dan pengajaran biologi diharapkan mendapat dukungan dari keuntungan visualisasi eksternal (Eilam, 2013).

Menurut Supriatno (2013), pada skala makro objek kajian biologi bersifat *observable* dan faktual. Namun pada skala mikro dan nano, pada dimensi struktur, fungsi dan proses biologi dapat menjadi sangat abstrak bagi siswa. Menurut Lazarowitz & Penso (1992), organisasi tingkat biologis dan sifat abstrak pada konsep biologi membuat belajar biologi menjadi sulit. Sifat abstrak dan interdisipliner dari konsep biologi dan kekurangan pada buku teks biologi adalah faktor lain yang mencegah efektivitas siswa dalam belajar biologi.

Tekayya, et.al. (2001), mengungkapkan bahwa sistem endokrin dianggap siswa sebagai bagian yang paling sulit dari kurikulum biologi sekolah menengah. Lima alasan utama yang membuat siswa sulit mempelajari konsep biologi yaitu karakteristik materi, gaya guru dalam mengajar biologi, kebiasaan belajar siswa, perasaan dan sikap negatif siswa terhadap topik, dan kurangnya sumber daya. Sedangkan berdasarkan hasil penelitian, alasan utama siswa yaitu adanya banyak konsep dalam biologi, berbagai peristiwa biologis yang tidak dapat dilihat dengan mata telanjang, beberapa konsep terlalu abstrak, dan ada banyak kata asing dalam biologi. Treagust & Tsui (2013), menyatakan bahwa pikiran manusia ternyata tidak mampu memberikan tanggapan terbaik terhadap representasi yang tidak tergambarkan dan sulit untuk dipahami. Apabila dipaksakan dengan cara yang tidak tepat, maka akan terjadi miskonsepsi. Oleh karena itu, dibutuhkan cara yang tepat untuk memahami setiap konsep yang dipelajari.

Dalam penelitian Çimer (2007), sebagian besar siswa menyarankan pembelajaran biologi yang menggunakan objek visual. Banyak materi biologi dengan konsep abstrak dan fenomena biologi yang membutuhkan observasi. Oleh karena itu, siswa merasa perlu untuk melihat objek yang sedang mereka pelajari. Siswa menyatakan bahwa pembelajaran biologi akan lebih efektif jika guru menggunakan berbagai variasi media visual seperti gambar, model, simulasi komputer, video, material 3-D, dan objek nyata.

*Augmented Reality* (AR) adalah salah satu teknologi yang dapat membantu pembelajaran di sekolah yang digunakan untuk memvisualisasikan suatu yang abstrak menjadi lebih jelas (Mustaqim, 2016). Selain itu, menurut Hsu, et.al. (2017), melalui AR guru dapat membuat media pembelajaran yang menyenangkan, interaktif, dan mudah digunakan. Penelitian mengenai AR telah berkembang karena efektivitas teknologi ini dalam beberapa tahun terakhir. AR memungkinkan cara yang efisien untuk mewakili objek yang perlu divisualisasikan (Singhal, et.al., 2012).

## METODE

Desain penelitian yang digunakan adalah *quasi experimental design* dengan tipe *non-equivalent control group design*, karena berkaitan dengan tujuan penelitian ini yaitu mengidentifikasi penggunaan *Augmented Reality* untuk memfasilitasi perubahan representasi konseptual dan penguasaan konsep siswa tentang sistem endokrin. Oleh karena itu, perlu diketahui kemampuan awal siswa sehingga dapat dianalisis pengaruh dari perlakuan yang diberikan. Pada desain penelitian ini terdiri dari dua kelas, yaitu kelas eksperimen dengan pembelajaran menggunakan AR dan kelas kontrol dengan pembelajaran non-AR (video pembelajaran).

Populasi dalam penelitian ini adalah siswa kelas XI di SMA Negeri Kota Bandung. Sampel penelitian ini adalah dua kelas siswa kelas XI MIPA pada sekolah tersebut. Teknik sampling yang digunakan yaitu *purposive sampling* dengan menentukan dua kelas yang akan dipilih sebagai kelas eksperimen dan kelas kontrol berdasarkan pertimbangan yang berfokus pada tujuan penelitian. Pada penelitian ini diperlukan kelas eksperimen yang seluruh siswanya memiliki *smartphone*. Kelas XI dipilih

karena disesuaikan dengan kurikulum dimana materi sistem endokrin dipelajari.

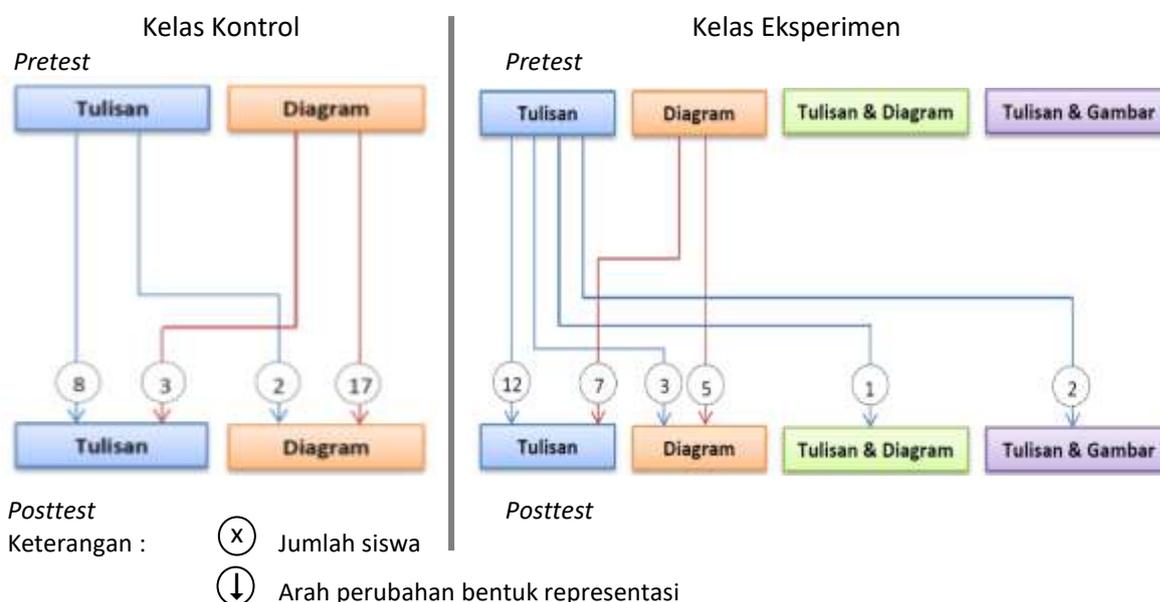
Instrumen penelitian ini terdiri dari soal pilihan ganda penguasaan konsep dan soal uraian representasi konseptual. Soal penguasaan konsep dan representasi konseptual dalam penelitian ini digunakan sebagai *pretest* untuk mengetahui penguasaan konsep dan representasi konseptual awal siswa, serta *posttest* untuk mengetahui penguasaan konsep serta representasi konseptual siswa setelah melakukan pembelajaran. Instrumen tes penguasaan konsep pada penelitian ini hanya mencakup empat jenjang kognitif berdasarkan taksonomi Bloom revisi yaitu C1 (mengingat), C2 (memahami), C3 (mengaplikasikan), dan C4 (menganalisis). Instrumen tes representasi konseptual pada penelitian ini digunakan untuk mengetahui perubahan bentuk dan level representasi yang digunakan siswa.

Prosedur penelitian meliputi tiga tahap, tahap pertama yaitu persiapan dengan melakukan studi literatur, menyusun rencana pembelajaran, mempersiapkan AR, membuat instrumen penelitian, dan judgement instrumen penelitian kepada dosen. Setelah itu dilakukan uji coba instrumen serta analisis instrumen yang akan digunakan. Prosedur dilanjutkan dengan tahap pelaksanaan yaitu pengambilan data sebagai tahap kedua. Tahap ketiga adalah pengolahan dan analisis data, membuat pembahasan serta menarik kesimpulan penelitian dan penulisan skripsi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Representasi Konseptual

Perubahan representasi konseptual pada kelas AR dan kelas non-AR dianalisis berdasarkan bentuk representasi konseptual dan level representasi konseptual yang digunakan siswa pada jawaban *pretest* dan *posttest*. Bentuk dan level representasi yang digunakan siswa dikaitkan dengan kedalaman dan akurasi konsep pada jawaban siswa. Gambar 1. menunjukkan perubahan bentuk representasi yang digunakan siswa kelas kontrol dan siswa kelas eksperimen pada konsep penyerapan glukosa dalam darah.

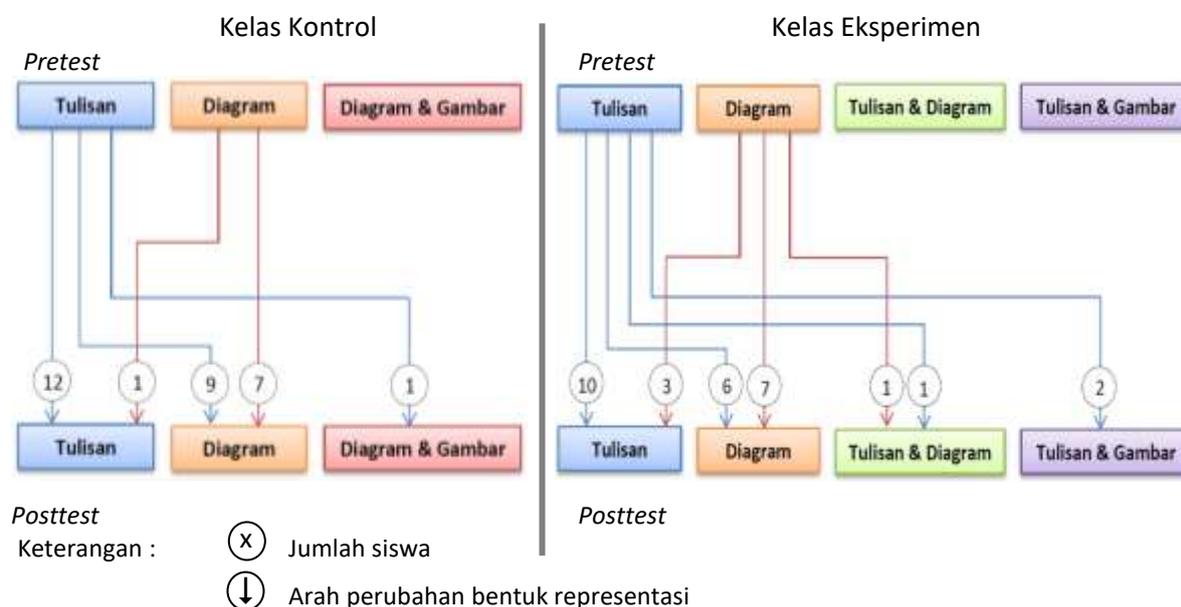


**Gambar 1. Perubahan Bentuk Representasi Konseptual Siswa Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen pada Konsep Penyerapan Glukosa dalam Darah**

Gambar 1. menunjukkan bahwa jumlah perubahan bentuk representasi pada *pretest* dan *posttest* lebih rendah pada kelas kontrol dibandingkan kelas eksperimen. Perubahan bentuk representasi pada kelas kontrol meliputi perubahan bentuk tulisan menjadi diagram dan perubahan bentuk diagram menjadi tulisan, sedangkan pada kelas eksperimen terjadi perubahan bentuk representasi tulisan menjadi diagram, diagram menjadi tulisan, tulisan menjadi tulisan & diagram

serta tulisan menjadi tulisan & gambar. Penggunaan bentuk representasi siswa kelas eksperimen lebih beragam setelah mendapatkan pembelajaran dengan Augmented Reality.

Gambar 2. menunjukkan perubahan bentuk representasi yang digunakan siswa kelas kontrol dan siswa kelas eksperimen pada konsep penyerapan air pada ginjal.

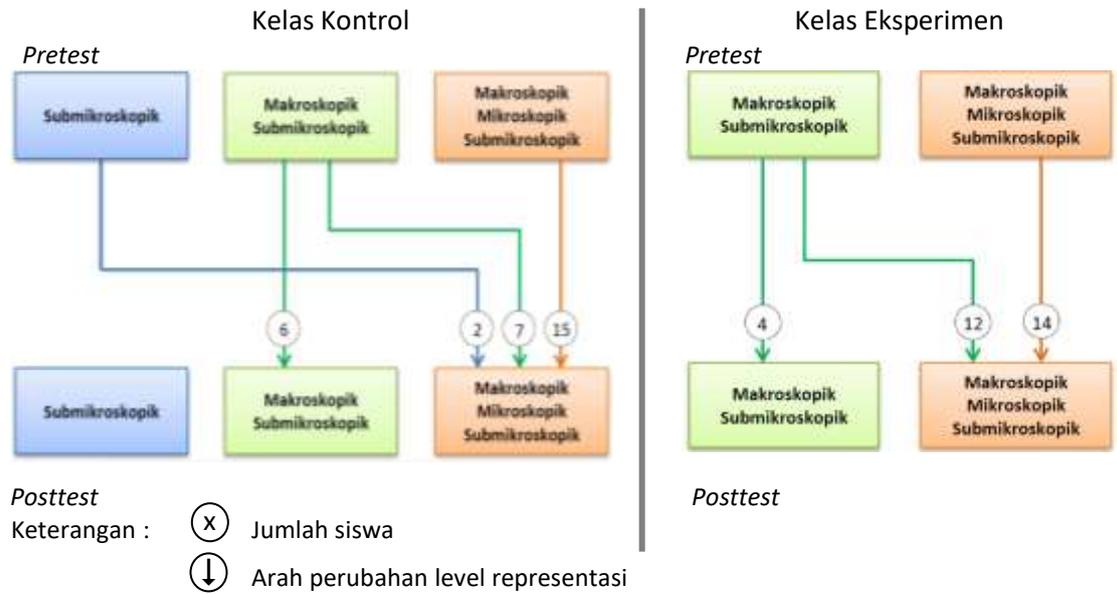


**Gambar 2. Perubahan Bentuk Representasi Konseptual Siswa Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen pada Konsep Penyerapan Air pada Ginjal**

Gambar 2. menunjukkan bahwa jumlah perubahan bentuk representasi pada *pretest* dan *posttest* lebih rendah pada kelas kontrol dibandingkan kelas eksperimen. Perubahan bentuk representasi pada kelas kontrol meliputi perubahan bentuk tulisan menjadi diagram, diagram menjadi tulisan, tulisan menjadi diagram & gambar, sedangkan pada kelas eksperimen terjadi perubahan bentuk representasi tulisan pada *posttest* meliputi bentuk tulisan, diagram, tulisan & diagram serta tulisan & gambar. Penggunaan bentuk representasi siswa kelas eksperimen lebih beragam setelah mendapatkan pembelajaran dengan *Augmented Reality*.

Perubahan representasi yang dianalisis selanjutnya yaitu level representasi yang digunakan siswa kelas kontrol dan kelas eksperimen. Treagust & Tsui (2013) mendeskripsikan bahwa untuk memahami fenomena biologis secara utuh perlu mempertimbangkan empat level representasi : 1) level makroskopik, struktur biologis yang dapat terlihat langsung dengan mata tanpa alat bantu, 2) level mikroskopik, struktur yang hanya terlihat dengan bantuan mikroskop cahaya atau mikroskop elektron, 3) level submikroskopik meliputi DNA, protein dan berbagai biomolekul lainnya, 4) level simbolik, mewakili suatu mekanisme dari sebuah fenomena yang dilambangkan dengan simbol, rumus, persamaan kimia, jalur metabolisme, perhitungan numerik, genotip, pewarisan pola sifat keturunan, pohon filogenetik dalam evolusi dan sebagainya.

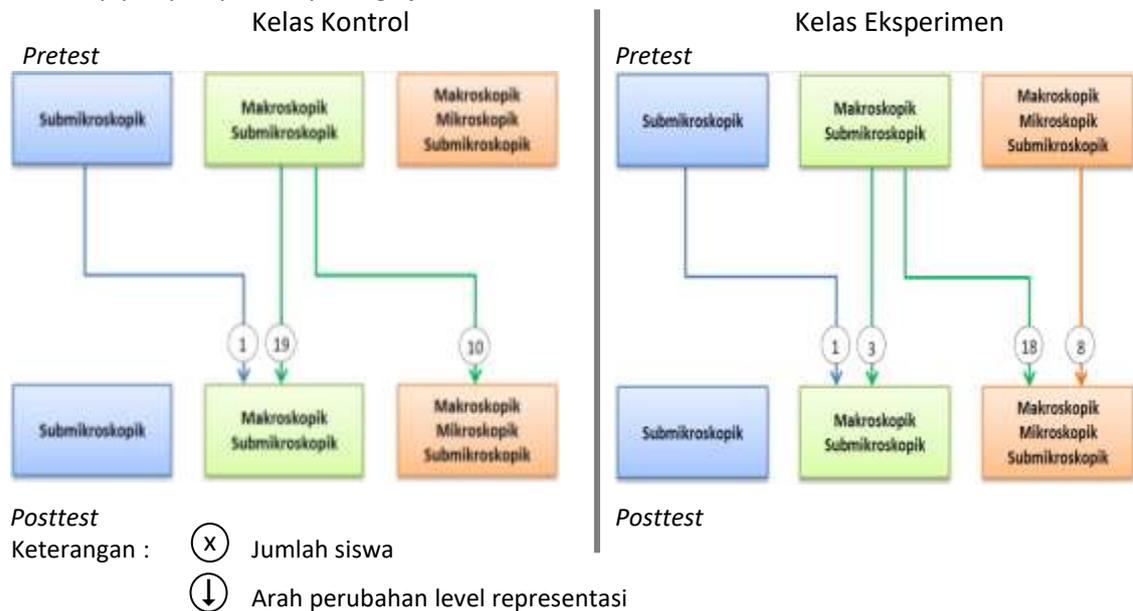
Berdasarkan data yang dikumpulkan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol, terdapat tiga macam level representasi yang digunakan oleh siswa. Pada Gambar 3 disajikan perubahan level representasi siswa kelas kontrol dan kelas eksperimen pada konsep penyerapan glukosa dalam darah. Berdasarkan Gambar 3. terlihat perbedaan perubahan level representasi antara kelas kontrol dan eksperimen. Pada jawaban *pretest* siswa kelas kontrol terdapat tiga level representasi yang digunakan siswa yaitu level submikroskopik, gabungan level makroskopik–submikroskopik, dan gabungan ketiga level makroskopik–mikroskopik–submikroskopik. Sebagian besar siswa telah menggunakan gabungan ketiga level representasi pada jawaban *pretest* maupun *posttest*. Terdapat sedikit siswa yang menggunakan satu level representasi yaitu level submikroskopik pada jawaban *pretest* kemudian menggunakan level representasi yang berbeda pada jawaban *posttest* menjadi tiga level representasi.



**Gambar 3. Perubahan Level Representasi Konseptual Siswa Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen pada Konsep Penyerapan Glukosa pada Darah**

Tidak jauh berbeda dengan level representasi yang digunakan siswa kelas eksperimen. Namun, siswa kelas eksperimen tidak ada yang menggunakan satu level representasi pada jawaban *pretest*. Sebagian besar siswa telah menggunakan gabungan ketiga level representasi pada jawaban *pretest* maupun *posttest*.

Selanjutnya disajikan perubahan level representasi siswa kelas kontrol dan kelas eksperimen pada konsep penyerapan air pada ginjal.



**Gambar 4. Perubahan Level Representasi Konseptual Siswa Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen pada Konsep Penyerapan Air pada Ginjal**

Berdasarkan Gambar 4. terlihat perbedaan perubahan level representasi antara kelas kontrol dan eksperimen. Pada jawaban *pretest* siswa kelas kontrol terdapat dua level representasi yang digunakan siswa yaitu level submikroskopik dan gabungan level makroskopik–submikroskopik. Sebagian besar siswa telah menggunakan gabungan dua level representasi makroskopik–submikroskopik pada jawaban *pretest* maupun *posttest*.

Tidak jauh berbeda dengan level representasi yang digunakan siswa kelas eksperimen. Namun, sebagian siswa telah menggunakan gabungan ketiga level representasi pada jawaban *pretest* maupun *posttest* yaitu sebanyak delapan orang siswa. Siswa kelas eksperimen yang mengalami perubahan level dari dua level representasi menjadi tiga level pada jawaban *posttest* lebih banyak dibandingkan siswa pada kelas kontrol.

Pada Gambar 5, disajikan contoh jawaban siswa pada kelas kontrol dan kelas eksperimen.

Kelas Kontrol



Gambar 5. Perubahan Bentuk Representasi Diagram menjadi Tulisan pada Konsep Penyerapan Glukosa dalam Darah pada Kelas Kontrol

Dapat dilihat perbedaan kedalaman konsep pada jawaban siswa kelas kontrol dan kelas eksperimen. Pada jawaban *posttest* siswa kelas eksperimen, siswa menggambarkan konsep secara lebih rinci dan sistematis. Siswa kelas AR memiliki kemampuan menjelaskan konsep dengan akurasi dan kedalaman konsep yang lebih baik. Siswa kelas AR juga mampu menjabarkan secara merinci dan sistematis bagian-bagian organ yang terlibat dalam proses-proses sistem endokrin. Hal ini sejalan dengan penelitian Layona *et al.* (2018), bahwa aplikasi AR meningkatkan ketertarikan siswa sekolah menengah atas dalam mempelajari anatomi tubuh manusia karena memudahkan siswa dalam memvisualisasikan anatomi tubuh.

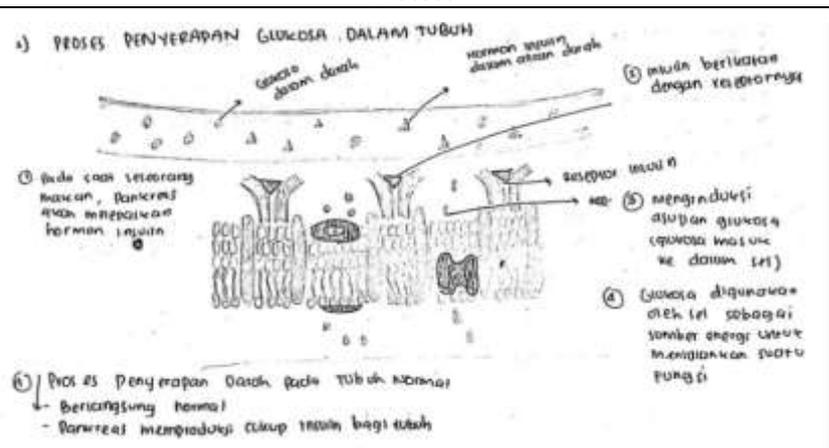
Penggunaan AR pada pembelajaran sistem endokrin memfasilitasi siswa untuk memahami konsep secara mendalam dan secara lebih rinci. Siswa dengan gaya berpikir dangkal cenderung belajar secara pasif dan sebatas mengingat informasi tanpa mampu untuk mengaitkan satu konsep dengan konsep yang lain dalam jangkauan kerangka konseptual yang lebih luas. Siswa dengan gaya berpikir secara mendalam cenderung belajar secara aktif dalam memaknai segala sesuatu yang dipelajarinya bukan sebatas mengingat informasi melainkan juga mampu mengaitkan konsep yang satu dengan konsep yang lainnya (Santrock, 2008). Senada dengan pendapat Antonioli *et al.* (2014), bahwa program pendidikan AR berpusat pada peserta didik dan terkait dengan minat peserta didik. Hal ini memungkinkan peserta didik untuk menjelajahi terlibat secara interaktif.

Kelas Eksperimen

**B. Penyerapan glukosa pada kondisi normal**  
 Pada saat seseorang mengonsumsi makanan, pankreas akan melepas hormon insulin yang berperan dalam penyerapan glukosa ke dalam sel tubuh untuk memberikan energi agar dapat beraktivitas, sehingga kadar gula dalam darah berkurang

**A. Penyerapan glukosa pada penderita Diabetes Mellitus**  
 Diabetes mellitus terjadi ketika tubuh hanya menyekreikan sedikit hormon insulin, sehingga penyerapan glukosa ke dalam sel berkurang dan tubuh menjadi lemah, sedangkan kadar gula dalam darah menjadi tinggi

*Pretest*



*Posttest*

Gambar 6. Perubahan Bentuk Representasi Tulisan menjadi Tulisan-Gambar pada Konsep Penyerapan Glukosa dalam Darah

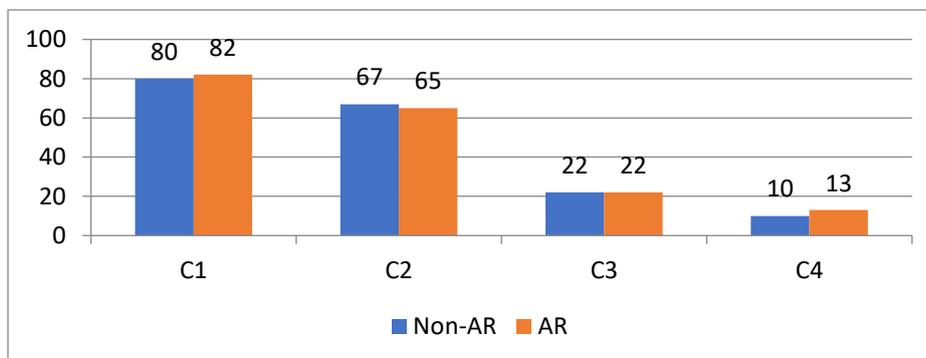
Penguasaan Konsep

Data perbedaan penguasaan konsep siswa antara kelas AR dengan siswa kelas non-AR dianalisis menggunakan uji normalitas, homogenitas, dan uji independent-samplest-test. Hasil analisis data statistik dapat dilihat pada Tabel 1.

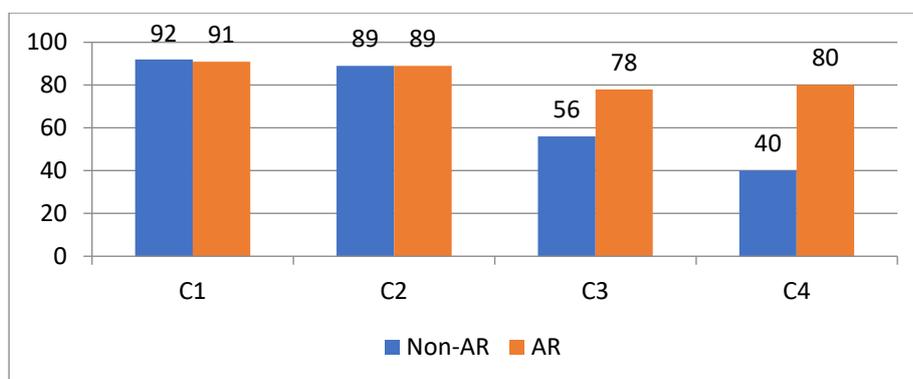
Tabel 1. Analisis Statistik Penguasaan Konsep Siswa Kelas AR dan Kelas Non-AR

Jenis Data	Pre-test		Post-test	
	AR	non-AR	AR	non-AR
<b>Grup</b>				
<b>N</b>	30	30	30	30
<b>Rata-rata</b>	47	46	85	72
<b>Standar Deviasi</b>	12,87	11,92	10,24	15,13
<b>Min</b>	27	27	67	47
<b>Max</b>	67	67	100	100
<b>Test of Normality (Shapiro-Wilk)</b>	<b>Sig.</b>	0,057	0,056	0,193
	<b>Int.</b>	Normal		Normal
<b>Test of Homogeneity (Levene's Test)</b>	<b>Sig.</b>	0,67		0,059
	<b>Int.</b>	Homogen		Homogen
<b>Independent samples t- test</b>	<b>Sig.</b>	0,836		0,00036
	<b>Int.</b>	Tidak Signifikan		Signifikan

Berdasarkan Tabel 1, hasil uji normalitas menunjukkan bahwa tingkat signifikansi data yang diperoleh untuk nilai pretest maupun nilai posttest kelas AR dan kelas non-AR menunjukkan angka yang lebih besar dari taraf signifikansi 0,05 yang berarti bahwa data nilai *pretest* dan *posttest* terdistribusi normal. Perbedaan nilai pretest dan posttest penguasaan konsep siswa berdasarkan jenjang kognitif pada kelas kontrol dan kelas eksperimen dapat dilihat pada Gambar berikut.



Gambar 7. Diagram Perbandingan Nilai Rata-rata *Pretest* Kelas non-AR dengan Kelas AR berdasarkan Jenjang Kognitif



Gambar 8. Diagram Perbandingan Nilai Rata-rata *Posttest* Kelas non-AR dengan Kelas AR berdasarkan Jenjang Kognitif

Berdasarkan Gambar 7 dan Gambar 8, terlihat bahwa nilai penguasaan konsep siswa baik pada kelas non-AR maupun kelas AR mengalami peningkatan pada semua jenjang. Pada jenjang C1 dan C2 nilai pada kelas non-AR dan kelas AR tidak jauh berbeda. Namun, pada jenjang kognitif C3 dan C4 nilai siswa yang menggunakan aplikasi Augmented Reality jauh lebih tinggi dibandingkan dengan nilai siswa yang tidak menggunakan aplikasi *Augmented Reality*. Oleh karena itu, pembelajaran dengan Augmented Reality dapat meningkatkan aspek kognitif pada semua jenjang khususnya pada jenjang kognitif yang lebih tinggi yaitu kemampuan pengaplikasian (C3) dan kemampuan analisis (C4) siswa.

Widodo (2005) menjelaskan bahwa jenjang kognitif C3 mencakup dua macam proses kognitif yaitu menjalankan (*executing*) dan mengimplementasikan (*implementing*). Sedangkan jenjang kognitif C4 siswa dituntut untuk dapat menguraikan suatu permasalahan ke unsur-unsurnya dan menentukan saling keterkaitan antar unsur-unsur tersebut. Sejalan dengan hasil penelitian Mardiyah (2019), bahwa aplikasi *Augmented Reality* cenderung lebih baik untuk diterapkan dalam usaha meningkatkan penguasaan peserta didik pada jenjang kognitif yang lebih tinggi, hal ini ditunjukkan dari peningkatan yang sangat tinggi pada nilai rata-rata peserta didik di jenjang kognitif C3 dan C4.

Chiang (2014) juga mengungkapkan bahwa ketika menggunakan AR, objek dunia nyata dan objek virtual disajikan secara terintegrasi dan terorganisir. Dengan cara ini, beban kognitif siswa berkurang dan mereka dapat menggunakan pemikiran tingkat tinggi karena mereka menggunakan lebih sedikit upaya untuk mengatur informasi karena mereka dapat mengamati materi pembelajaran secara bersamaan. Sejalan juga dengan hasil penelitian Hopson (2001), bahwa penggunaan teknologi di

ruang kelas membantu siswa memperoleh keterampilan berpikir tingkat tinggi, yaitu analisis, sintesis, dan evaluasi. Siswa memperoleh pemahaman konsep yang lebih dalam sebagai hasil dari penggunaan teknologi AR.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Pembelajaran dengan menggunakan *Augmented Reality* dapat memfasilitasi perubahan representasi konseptual siswa tentang sistem endokrin dan penguasaan konsep siswa pada jenjang C3 dan C4. Karakteristik AR dengan visualisasi yang baik dapat memfasilitasi siswa untuk membangun konsep sistem endokrin yang abstrak dengan representasi yang lebih baik. AR dapat memfasilitasi siswa untuk berpikir secara mendalam dan sistematis sehingga siswa mampu mengaitkan konsep yang satu dengan konsep yang lainnya.

### Saran

Pembelajaran biologi dengan AR hendaknya dapat digunakan sebagai salah satu alternatif dalam pelaksanaan pembelajaran berbagai konsep biologi yang di dalamnya terdiri dari konsep abstrak dan kompleks. Peneliti selanjutnya dapat mengembangkan materi yang disajikan lebih memenuhi seluruh kebutuhan indikator materi yang harus dicapai dan meminimalisir kesalahan-kesalahan teknis yang terjadi pada penggunaan AR. Selain itu, alokasi waktu pembelajaran menggunakan AR juga sangat penting diperhatikan sehingga siswa dapat secara maksimal mempelajari konsep yang akan diberikan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Pada bagian ini tidak bersifat wajib dan dapat dihapus. Sampaikan terima kasih kepada pihak-pihak yang terkait dan membantu penelitian.

## DAFTAR RUJUKAN

- Antonioli, M., Blake, C., & Sparks, K. (2014). Augmented Reality Applications in Education. *The Journal of Technology Studies*, 40(1/2), 96-107. Retrieved from [www.jstor.org/stable/43604312](http://www.jstor.org/stable/43604312)
- Chiang, T. H., Yang, S. J., & Hwang, G. (2014). An Augmented Reality-Based Mobile Learning System to Improve Students' Learning Achievements and Motivations in Natural Science Inquiry Activities. *Educational Technology & Society*, 17(4), 352-365.
- Çimer, A. (2007). Effective Teaching in Science: A Review of Literature. *Journal of Turkish Science Education*, 4(1), 24-44.
- Eilam, B. (2013). Possible Constraints of Visualization in Biology: Challenges in Learning with Multiple Representations, in Treagust, D. and Tsui, C.-Y. (ed), *Multiple Representations in Biological Education*, pp. 55-75. Dordrecht, Netherlands: Springer.
- Hopson, M. H., Simms, R. L., & Knezek, G. A. (2001). Using A Technology-Enriched Environment to Improve Higher-Order Thinking Skills. *Journal of Research on Technology in Education*, 34(2), 109-119.
- Hsu, Y. S., Lin, Y. H., & Yang, B. (2017). Impact of Augmented Reality Lessons on Students' STEM Interest. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 12(1), 1-14.  
<https://doi.org/10.1186/s41039-016-0039-z>
- Layona, R., Yulianto, B., & Tunardi, Y. (2018). Web based Augmented Reality for Human Body Anatomy Learning. *Procedia Computer Science*, 135(89), 457-464.  
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.08.197>
- Lazarowitz, R. & Penso, S. (1992). High School Students' Difficulties in Learning Biology Concepts. *Journal of Biological Education*, 26(3), 215-223.  
<http://dx.doi.org/10.1080/00219266.1992.9655276>
- Mardiyah, F. H. (2019). *Penggunaan Media Augmented Reality untuk Memfasilitasi Hasil Belajar dan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa pada Konsep Siklus Hidup Tumbuhan*. (Skripsi). Universitas

Pendidikan Indonesia, Bandung.

- Mustaqim, I. (2016). Pemanfaatan Augmented Reality sebagai Media Pembelajaran. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 13(2), 174–183. <http://dx.doi.org/10.23887/jptk-undiksha.v13i2.8525>
- Özcan, N. (2003). *A Group of Students' and Teachers' Perceptions with Respect to Biology Education at High School Level*. (Tesis). Middle East Technical University, Ankara, Turkey.
- Santrock, J. W. (2011). *Educational Psychology* 5th Edition. New York: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Singhal, S., Bagga, S., Goyal, P., & Saxena, V. (2012). Augmented Chemistry: Interactive Education System. *International Journal of Computer Applications*, 49(15), 1–5. <https://doi.org/10.5120/7700-1041>
- Supriatno, B. (2013). *Pengembangan Program Perkuliahan Pengembangan Praktikum Biologi Sekolah Berbasis Anconb untuk Mengembangkan Kemampuan Merancang dan Mengembangkan Desain Kegiatan Laboratorium*. (Disertasi). Sekolah Pascasarjana, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Tekayya, C., Ozkan, O., & Sungur, S. (2001). Biology concepts perceived as difficult by turkish high school students. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(21), 145–150.
- Treagust, D. F., & Tsui, C.-Y. (2013). Introduction to Multiple Representations: Their Importance in Biology and Biological Education, in Treagust, D. and Tsui, C.-Y. (ed), *Multiple Representations in Biological Education*, pp. 3-18. Dordrecht, Netherlands: Springer.
- Widodo, A. (2005). Taksonomi Tujuan Pembelajaran. *Didaktis*. 4(2), 61-69.