

**PENGUNAAN *AUGMENTED REALITY* UNTUK MEMFASILITASI  
PERUBAHAN REPRESENTASI KONSEPTUAL SISWA TENTANG  
SISTEM SARAF DAN LITERASI TEKNOLOGI**

**SKRIPSI**

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Pendidikan Biologi



oleh:

Cindy Pratiwi

NIM 1605454

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI  
DEPARTEMEN PENDIDIKAN BIOLOGI  
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

**2020**

**PENGUNAAN *AUGMENTED REALITY* UNTUK MEMFASILITASI  
PERUBAHAN REPRESENTASI KONSEPTUAL SISWA TENTANG  
SISTEM SARAF DAN LITERASI TEKNOLOGI**

Oleh  
Cindy Pratiwi

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Biologi Departemen  
Pendidikan Biologi Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Cindy Pratiwi 2020  
Universitas Pendidikan Indonesia  
2020

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang  
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,  
dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

CINDY PRATIWI

PENGUNAAN *AUGMENTED REALITY* UNTUK MEMFASILITASI  
PERUBAHAN REPRESENTASI KONSEPTUAL SISWA TENTANG SISTEM  
SARAF DAN LITERASI TEKNOLOGI

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



Prof. Dr. H. Ari Widodo, M.Ed.

NIP. 196705271992031001

Pembimbing II



Dr. Hj. Diana Rochintaniawati, M.Ed.

NIP. 196709191991032001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Pendidikan Biologi



Dr. Amprasto, M.Si.

NIP. 196607161991011001

## **PERNYATAAN**

*Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Penggunaan Augmented Reality Untuk Memfasilitasi Perubahan Representasi Konsetual Siswa Tentang Sistem Saraf dan Literasi Teknologi” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap meanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan atau klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.*

Bandung, Juli 2020

Yang membuat pernyataan,

Cindy Pratiwi

1605454

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Penggunaan *Augmented Reality* Untuk Memfasilitasi Perubahan Representasi Konseptual Siswa tentang Sistem Saraf dan Literasi Teknologi”**. Skripsi yang dibahas mengenai pembelajaran berbasis *Augmented Reality* untuk melihat perubahan representasi konseptual dan literasi teknologi siswa. Adapun maksud dari tujuan penulisan ini untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Departemen Pendidikan Biologi UPI Bandung. Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyusun skripsi ini, hingga akhirnya dapat terselesaikan dengan baik. Penulis menyadari akan kekurangan dalam penyusunan skripsi. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat diharapkan demi hasil yang lebih baik. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Bandung, Juli 2020

Penulis

## UCAPAN TERIMAKASIH

*Alhamdulillah rabbii' alamin* atas rahmat, berkah dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Penggunaan *Augmented Reality* Untuk Memfasilitasi Perubahan Representasi Konseptual Siswa tentang Sistem Saraf dan Literasi Teknologi”, sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Program Studi Pendidikan Biologi. Ketika penyusunan skripsi ini, penulis mendapatkan banyak bantuan, bimbingan serta petunjuk dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat, karunia, dan tempatnya berkeluh kesah penulis sehingga penyusunan skripsi ini dapat berjalan dengan baik, lancar dan diberi kemudahan;
2. Prof. Dr. H. Ari Widodo, M.Ed. selaku dosen pembimbing I, yang telah memberikan bimbingan, arahan, dorongan dan motivasi kepada penulis sehingga penyusunan skripsi dapat berjalan dengan baik;
3. Dr. Hj. Diana Rochintaniawati, M.Ed. selaku dosen pembimbing II, yang telah memberikan bimbingan, arahan, dorongan dan motivasi kepada penulis sehingga penyusunan skripsi dapat berjalan dengan baik.
4. Dr. Bambang Supriatno, M.Si. selaku Ketua Departemen Pendidikan Biologi FPMIPA UPI atas petunjuk dan nasehatnya kepada penulis;
5. Dr. H. Saefudin, M.Si. selaku dosen pembimbing akademik, yang telah memberikan bimbingan, arahan, dorongan dan motivasi kepada penulis selama kegiatan perkuliahan;
6. Bapak Narsin dan Mamah Marsinah tercinta atas segala bantuan, bimbingan, pengertian, dorongan serta doa restu yang diberikan kepada penulis selama penyusunan skripsi;
7. Teman-teman seperjuangan skripsi Nisrina Dwi Fajriani, Annisa Syafigha dan Gilang Pratiwi yang selalu membantu dan memberikan dukungan dalam mengerjakan tugas akhir;
8. Seluruh pihak sekolah SMAN 24 Bandung yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melakukan pengambilan data penelitian;

9. Chintya Pratiwi, Khaliffa Luthfi Muhammad dan seluruh keluarga besar yang telah bersedia menjadi tempat berkeluh kesah, memberikan arahan, motivasi dan selalu memberikan doa kepada penulis;
10. Sahabat-sahabat perkuliahan Dede Wildatul Mutia, Citra Lestari dan Amelia Maulidiyanti yang selalu memberikan semangat kepada penulis dalam mengerjakan tugas akhir;
11. Rekan-rekan kelas Pendidikan Biologi B 2016, kaka dan adik tingkat di Departemen Pendidikan Biologi UPI yang selalu memberikan arahan dan motivasi kepada penulis agar dapat menyelesaikan studi tepat waktu dengan baik;
12. Dan semua pihak yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi yang tidak dapat disebutkan satu persatu.  
Semoga semua kebaikan yang telah diberikan mendapatkan balasan yang lebih dari Allah SWT, Aamiin.

Bandung, Juli 2020

Cindy Pratiwi

## ABSTRAK

### **Penggunaan *Augmented Reality* Untuk Memfasilitasi Perubahan Representasi Konseptual Siswa tentang Sistem Saraf dan Literasi Teknologi**

**Cindy Pratiwi  
1605454**

Siswa kesulitan dalam merepresentasikan konsep biologi yang abstrak seperti sistem saraf. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penggunaan *Augmented Reality* untuk memfasilitasi perubahan representasi konseptual siswa tentang sistem saraf dan literasi teknologi. Penelitian menggunakan metode *Quasi Experimental* dengan desain *non-equivalent control group design*. Sampel yang digunakan siswa kelas XI yang terdiri dari kelas AR (eksperimen) sebanyak 30 orang dan kelas non-AR (kontrol) 30 orang. Pembelajaran kelas AR menggunakan AR dengan memindai *marker* di LKS, sedangkan kelas non-AR menggunakan video pembelajaran. Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan tes awal dan akhir untuk perubahan representasi konseptual dengan menggunakan soal uraian dan literasi teknologi dengan menggunakan soal pilihan ganda. Persepsi tingkat literasi teknologi siswa diukur menggunakan angket sebagai data pendukung untuk setiap aspek di soal pilihan ganda. Perubahan representasi konseptual siswa dianalisis berdasarkan penggunaan bentuk representasi, level representasi, kedalaman konsep, dan akurasi konsep. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *Augmented Reality* dalam pembelajaran mengenai sistem saraf dapat memfasilitasi perubahan penggunaan bentuk dan level representasi yang beragam dengan kedalaman dan akurasi konsep yang lebih baik dibandingkan kelas non-AR. Mayoritas siswa kelas AR menggunakan perubahan dari bentuk tulisan ke diagram, sedangkan siswa kelas non-AR dari bentuk tulisan ke tulisan sesudah pembelajaran. Pada level representasi, mayoritas siswa kelas AR menggunakan perubahan dari level mikroskopik ke mikroskopik-submikroskopik, sedangkan kelas non-AR dari level makroskopik-mikroskopik ke mikroskopik-submikroskopik sesudah pembelajaran. Hasil uji t pada *posttest* menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara kelas yang menggunakan AR dan kelas yang tidak menggunakan AR dengan nilai  $t=0,002$ . Penelitian ini menunjukkan bahwa AR dapat memfasilitasi perubahan representasi konseptual dan meningkatkan literasi teknologi siswa.

**Kata kunci:** *Augmented Reality*, Perubahan Representasi Konseptual Siswa, Literasi Teknologi, Sistem Saraf.



## **ABSTRACT**

### **Using of Augmented Reality to Facilitate The Change of Students' Representation Conceptual about Nervous System and Technological Literacy**

**Cindy Pratiwi  
1605454**

Students are having problems in representing abstract biological concepts such as the nervous system. This study aimed to identify the use of AR to facilitate the changes of students' representation conceptual in the content of nervous system and improving technological literacy. The method used in this study is Quasi-eksperimental with non-equivalent control group design. The sample were grade IX consisting of 30 students of experimental class (AR class) and 30 students of control class (non-AR class). AR class learning using AR by scanning markers provided in worksheet, while the non-AR class use video. Data were collected by pretest and posttest, essay test to measure representation conceptual change and multiple choice test to measure technological literacy. Students perception about technological literacy were obtained by using questionnaire as supporting data for each aspects of multiple choice test. Representation conceptual change students analyzed based on the use type of representation, level of representation, depth of concept, and accuracy concept. The result of the study indicate that learning by using AR facilitate better representation conceptual in term using more type and level of representation with depth and accuracy compared. The majority of students in the AR class use change text to diagram type of representation, while the non-AR class use change text to text type of representation after the learning. At the level representation, the majority of students in the AR class use change microscopic to microscopic-submicroscopic level of representation, while the non-AR class use change macroscopic-microscopic to microscopic-submicroscopic level of representation after the learning. The t test showed the significant difference between AR class and non-AR class for the technology literacy with the value  $t=0,002$ . This study suggest that AR can promote the changes of representation conceptual and improve students' literacy technology.

**Keywords: Augmented Reality, Change of Students' Representation Conceptual, Technological Literacy, Nervous System.**

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	5
ABSTRAK .....	8
DAFTAR ISI.....	10
DAFTAR TABEL.....	12
DAFTAR GAMBAR .....	13
DAFTAR LAMPIRAN.....	20
BAB I PENDAHULUAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.1 Latar Belakang Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.2 Rumusan Masalah Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3 Tujuan Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4 Batasan Masalah.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.5 Manfaat Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.6 Hipotesis Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.7 Asumsi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.8 Struktur Organisasi Skripsi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB II <i>AUGMENTED REALITY</i> UNTUK MEMFASILITASI PERUBAHAN REPRESENTASI KONSEPTUAL SISWA TENTANG SISTEM SARAF DAN LITERASI TEKNOLOGI.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1 Sistem Saraf.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2 Perubahan Representasi Konseptual Siswa .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3 <i>Augmented Reality</i> dalam Pembelajaran .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4 Literasi Teknologi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB III METODE PENELITIAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1 Desain Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2 Partisipan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3 Populasi dan Sampel .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4 Definisi Operasional.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5 Instrumen Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5.1 Instrumen Tes Representasi Konseptual Siswa ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5.2 Literasi Teknologi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.6 Prosedur Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

3.7	Analisis Data .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.6.1	Analisis Data Tes Perubahan Representasi Konseptual Siswa	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.6.2	Analisis Data Soal Pilihan Ganda Literasi Teknologi Siswa...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.6.3	Analisis Data Angket Literasi Teknologi Siswa ...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB IV HASIL TEMUAN DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1	Perubahan Bentuk Representasi Konseptual Siswa Sebelum dan Sesudah Pembelajaran .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.1	Konsep 1 (Mekanisme Kerja pada Sistem Saraf) .	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.2	Konsep 2 (Mekanisme Penghantar Impuls) ...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.3	Konsep 3 (Kelainan pada Sistem Saraf) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2	Perubahan Level Representasi Konseptual Siswa Sebelum dan Sesudah Pembelajaran .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.1	Konsep 1 (Mekanisme Kerja pada Sistem Saraf) .	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.2	Konsep 2 (Mekanisme Penghantar Impuls) ...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.3	Konsep 3 (Kelainan pada Sistem Saraf) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3	Literasi Teknologi Siswa pada Kelas dengan Pembelajaran menggunakan <i>Augmented Reality</i> dan Kelas dengan menggunakan Non- <i>Augmented Reality</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI DAN REKOMENDASI .....</b>		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.1	Simpulan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.2	Implikasi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.3	Rekomendasi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>21</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN.....</b>		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>RIWAYAT HIDUP PENULIS .....</b>		<b>Error! Bookmark not defined.</b>



## DAFTAR TABEL

- Tabel 2.1 Karakteristik Materi Sistem Saraf.....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.1 Desain Penelitian Non-Equivalent Control Group Design ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.2 Kisi-Kisi Instrumen Tes Perubahan Representasi Konseptual ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.3 Penggunaan Bentuk dan Level Representasi Siswa Saat Uji Coba**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.4 Kisi-Kisi Soal Tes Literasi Teknologi Sebelum Uji Coba..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.5 Rekapitulasi Validitas Tes Literasi Teknologi..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.6 Rekapitulasi Tingkat Kesukaran Tes Literasi Teknologi..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.7 Rekapitulasi Daya Pembeda Tes Literasi Teknologi ..**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.8 Rekapitulasi Hasil Uji Coba Instrumen Tes Literasi Teknologi .... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.9 Kisi-Kisi Soal Tes Literasi Teknologi ...**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.10 Kisi-Kisi Angket Literasi Teknologi Siswa Saat Uji Coba ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.11 Reliabilitas Angket Literasi Teknologi Siswa ... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.12 Kisi-Kisi Angket Literasi Teknologi Siswa saat Penelitian..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.13 Penyusunan Perangkat Pembelajaran di Kelas AR dan Kelas Non-AR .....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.14 Perbedaan Kegiatan Pembelajaran di kelas AR dengan kelas non-AR .....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.1 Analisis Hasil Uji Statistik pada Nilai Literasi Teknologi Siswa .. **Error! Bookmark not defined.**



## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1 Matriks Asessmen Literasi Teknologi..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.1 Contoh Jawaban Siswa Tes Representasi Konseptual..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.1 Penggunaan Bentuk Representasi Siswa di Kelas Non-AR pada Konsep Mekanisme Kerja pada Sistem Saraf ... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.2 Penggunaan Bentuk Representasi Siswa di Kelas AR pada Konsep Mekanisme Kerja pada Sistem Saraf ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 3 Perubahan Bentuk Representasi Siswa pada Konsep Mekanisme Kerja pada Sistem Saraf ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 4 Contoh Perubahan Bentuk Representasi Tulisan menjadi Tulisan pada Konsep Mekanisme Kerja pada Sistem Saraf di Kelas Non-AR ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 5 Contoh Perubahan Bentuk Representasi Tulisan menjadi Diagram pada Konsep Mekanisme Kerja pada Sistem Saraf di Kelas Non-AR ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 6 Contoh Perubahan Bentuk Representasi Tulisan menjadi Diagram pada Konsep Mekanisme Kerja Sistem Saraf di Kelas AR . **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.7 Contoh Perubahan Bentuk Representasi Tulisan menjadi Diagram-Tulisan pada Konsep Mekanisme Kerja pada Sistem Saraf di Kelas Non-AR..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.8 Contoh Perubahan Bentuk Representasi Tulisan menjadi Diagram-Tulisan pada Konsep Mekanisme Kerja pada Sistem Saraf di Kelas AR ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.9 Contoh Perubahan Bentuk Representasi Diagram menjadi Gambar-Tulisan pada Konsep Mekanisme Kerja pada Sistem Saraf di Kelas AR..... **Error! Bookmark not defined.**

- Gambar 4.10 Contoh Perubahan Bentuk Representasi Gambar-Tulisan menjadi Diagram-Gambar-Tulisan pada Konsep Mekanisme Kerja pada Sistem Saraf di Kelas AR.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.11 Penggunaan Bentuk Representasi Siswa Kelas Non-AR pada Konsep Mekanisme Penghantar Impuls melalui Sinapsis ... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.12 Penggunaan Bentuk Representasi Siswa di Kelas AR pada Konsep Mekanisme Penghantar Impuls melalui Sinapsis ... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.13 Perubahan Bentuk Representasi Siswa pada Konsep Mekanisme Penghantar Impuls melalui Sinapsis ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.14 Contoh Perubahan Bentuk Representasi Tulisan menjadi Tulisan pada Konsep Mekanisme Penghantar Impuls melalui Sinapsis di Kelas Non-AR.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.15 Contoh Perubahan Bentuk Representasi Tulisan menjadi Tulisan pada Konsep Mekanisme Penghantar Impuls melalui Sinapsis di Kelas AR .....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.16 Contoh Perubahan Bentuk Representasi Tulisan menjadi Diagram pada Konsep Mekanisme Penghantar Impuls melalui Sinapsis di Kelas Non-AR.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.17 Contoh Perubahan Bentuk Representasi Tulisan menjadi Diagram pada Konsep Mekanisme Penghantar Impuls melalui Sinapsis di Kelas AR.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.18 Contoh Perubahan Bentuk Representasi Tulisan menjadi Gambar-Tulisan pada Konsep Mekanisme Penghantar Impuls (Sinapsis) di Kelas AR.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.19 Penggunaan Bentuk Representasi Siswa pada Konsep Mekanisme Penghantar Impuls melalui Membran Plasma di Sepanjang Akson di Kelas Non-AR.....**Error! Bookmark not defined.**



- Gambar 4.20 Penggunaan Bentuk Representasi Siswa pada Konsep Mekanisme Penghantar Impuls melalui Membran Plasma di Sepanjang Akson di Kelas AR.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.21 Perubahan Bentuk Representasi Siswa pada Konsep Mekanisme Penghantar Impuls melalui Membran Plasma di Sepanjang Akson .....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.22 Contoh Perubahan Bentuk Representasi Tulisan menjadi Tulisan pada Konsep Mekanisme Penghantar Impuls melalui Membran Plasma di sepanjang Akson di Kelas Non-AR..**Error! Bookma not defined.**
- Gambar 4.23 Contoh Perubahan Bentuk Representasi Tulisan menjadi Tulisan pada Konsep Mekanisme Penghantar Impuls melalui Membran Plasma di sepanjang Akson di Kelas AR... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.24 Contoh Perubahan Bentuk Representasi Tulisan menjadi Diagram pada Konsep Mekanisme Penghantar Impuls melalui Membran Plasma di sepanjang Akson di Kelas Non-AR..**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.25 Contoh Perubahan Bentuk Representasi Tulisan menjadi Gambar-Tulisan pada Konsep Mekanisme Penghantar Impuls melalui Membran Plasma di sepanjang Akson di Kelas AR **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.26 Contoh Perubahan Bentuk Representasi Gambar-Tulisan menjadi Gambar-Tulisan pada Konsep Mekanisme Penghantar Impuls melalui Membran Plasma di sepanjang Akson di Kelas AR **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.27 Penggunaan Bentuk Representasi Siswa Kelas Non-AR pada Konsep Kelainan pada Sistem Saraf ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.28 Penggunaan Bentuk Representasi Siswa di Kelas AR pada Konsep Kelainan pada Sistem Saraf ..... **Error! Bookmark not defined.**

- Gambar 4.29 Perubahan Bentuk Representasi Siswa pada Konsep Kelainan pada Sistem Saraf ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.30 Contoh Perubahan Bentuk Representasi Tulisan menjadi Tulisan pada Konsep Kelainan pada Sistem Saraf di Kelas Non-AR ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.31 Contoh Perubahan Bentuk Representasi Tulisan menjadi Tulisan pada Konsep Kelainan pada Sistem Saraf di Kelas AR..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.32 Contoh Perubahan Bentuk Representasi Tulisan menjadi Diagram pada Konsep Kelainan pada Sistem Saraf di Kelas AR..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.33 Contoh Perubahan Bentuk Representasi Tulisan menjadi Gambar-Tulisan pada Konsep Kelainan pada Sistem Saraf di Kelas AR ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.34 Penggunaan Level Representasi Siswa di Kelas Non-AR pada Konsep Mekanisme Kerja pada Sistem Saraf ... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.35 Penggunaan Level Representasi Siswa di Kelas AR pada Konsep Mekanisme Kerja pada Sistem Saraf ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.36 Perubahan Level Representasi Siswa pada Konsep Mekanisme Kerja pada Sistem Saraf ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.37 Contoh Perubahan Level Representasi Makroskopik menjadi Mikroskopik pada Konsep Mekanisme Kerja pada Sistem Saraf di Kelas AR ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.38 Contoh Perubahan Level Representasi Mikroskopik menjadi Mikroskopik pada Konsep Mekanisme Kerja pada Sistem Saraf di Kelas Non-AR..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.39 Contoh Perubahan Level Representasi Makroskopik menjadi Makroskopik-Mikroskopik pada Konsep Mekanisme Kerja pada Sistem Saraf di Kelas AR..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.40 Contoh Perubahan Level Representasi Makroskopik-Mikroskopik menjadi Makroskopik-Mikroskopik pada Konsep Mekanisme Kerja pada Sistem Saraf di Kelas Non-AR **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 41 Contoh Perubahan Level Representasi Makroskopik-Mikroskopik menjadi Makroskopik-Mikroskopik pada Konsep Mekanisme Kerja pada Sistem Saraf di Kelas AR..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.42 Penggunaan Level Representasi Siswa di Kelas Non-AR pada Konsep Mekanisme Penghantar Impuls melalui Sinapsis ... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.43 Penggunaan Level Representasi Siswa di Kelas AR pada Konsep Mekanisme Penghantar Impuls melalui Sinapsis..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.44 Perubahan Level Representasi Siswa pada Konsep Mekanisme Penghantar Impuls melalui Sinapsis ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.45 Contoh Perubahan Level Representasi Mikroskopik menjadi Makroskopik-Mikroskopik pada Konsep Mekanisme Penghantar Impuls melalui Sinapsis di Kelas Non-AR **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.46 Contoh Perubahan Level Representasi Mikroskopik menjadi Mikroskopik-Submikroskopik pada Konsep Mekanisme Penghantar Impuls melalui Sinapsis di Kelas AR ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.47 Contoh Perubahan Level Representasi Makroskopik-Mikroskopik menjadi Mikroskopik-Submikroskopik pada Konsep Mekanisme Penghantar Impuls melalui Sinapsis di Kelas Non-AR ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.48 Contoh Perubahan Level Representasi Makroskopik-Mikroskopik menjadi Mikroskopik-Submikroskopik pada Konsep Mekanisme

Penghantar Impuls melalui Sinapsis di Kelas AR ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.49 Contoh Perubahan Level Representasi Mikroskopik-Submikroskopik menjadi Mikroskopik-Submikroskopik pada Konsep Mekanisme Penghantar Impuls melalui Sinapsis di Kelas Non-AR ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.50 Contoh Perubahan Level Representasi Mikroskopik-Submikroskopik menjadi Mikroskopik-Submikroskopik pada Konsep Mekanisme Penghantar Impuls melalui Sinapsis di Kelas AR ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.51 Penggunaan Level Representasi Siswa di Kelas Non-AR pada Konsep Mekanisme Penghantar Impuls melalui Membran Plasma di sepanjang Akson ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.52 Penggunaan Level Representasi Siswa di Kelas AR pada Konsep Mekanisme Penghantar Impuls melalui Membran Plasma di sepanjang Akson ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.53 Perubahan Level Representasi Siswa pada Konsep Mekanisme Penghantar Impuls melalui Membran Plasma di sepanjang Akson ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.54 Contoh Perubahan Level Representasi Makroskopik-Mikroskopik menjadi Makroskopik-Mikroskopik pada Konsep Mekanisme Penghantar Impuls melalui Membran Plasma di sepanjang Akson di Kelas Non-AR ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.55 Contoh Perubahan Level Representasi Makroskopik menjadi Submikroskopik pada Konsep Mekanisme Penghantar Impuls melalui Membran Plasma di sepanjang Akson di Kelas AR **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.56 Contoh Perubahan Level Representasi Makroskopik-Mikroskopik menjadi Mikroskopik-Submikroskopik pada Konsep Mekanisme Penghantar Impuls melalui Membran Plasma di sepanjang Akson di Kelas Non-AR ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.57 Contoh Perubahan Level Representasi Makroskopik-Mikroskopik menjadi Mikroskopik-Submikroskopik pada Konsep Mekanisme Penghantar Impuls melalui Membran Plasma di sepanjang Akson di Kelas AR .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.58 Contoh Perubahan Level Representasi Mikroskopik-Submikroskopik menjadi Mikroskopik-Submikroskopik pada Konsep Mekanisme Penghantar Impuls melalui Membran Plasma di sepanjang Akson di Kelas AR .**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.59 Penggunaan Level Representasi Siswa di Kelas Non-AR pada Konsep Kelainan pada Sistem Saraf ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.60 Penggunaan Level Representasi Siswa di Kelas AR pada Konsep Kelainan pada Sistem Saraf .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.61 Perubahan Level Representasi Siswa pada Konsep Kelainan pada Sistem Saraf .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.62 Contoh Perubahan Level Representasi Mikroskopik menjadi Mikroskopik-Submikroskopik pada Konsep Kelainan pada Sistem Saraf di Kelas Non-AR .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.63 Contoh Perubahan Level Representasi Mikroskopik menjadi Mikroskopik-Submikroskopik pada Konsep Kelainan pada Sistem Saraf di Kelas AR.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.64 Contoh Perubahan Level Representasi Makroskopik-Mikroskopik menjadi Makroskopik-Mikroskopik pada Konsep Kelainan pada Sistem Saraf di Kelas Non-AR ....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.65 Contoh Perubahan Level Representasi Makroskopik-Mikroskopik menjadi Mikroskopik-Submikroskopik pada Konsep Kelainan pada Sistem Saraf di Kelas Non-AR..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.66 Contoh Perubahan Level Representasi Makroskopik-Mikroskopik menjadi Mikroskopik-Submikroskopik pada Konsep Kelainan pada Sistem Saraf di Kelas AR ....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.67 Literasi Teknologi Siswa di Kelas AR dan Kelas Non-AR pada  
Aspek Technology and Society....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.68 Literasi Teknologi Siswa di Kelas AR dan Kelas Non-AR pada  
Aspek Design .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.69 Literasi Teknologi Siswa di Kelas AR dan Kelas Non-AR pada  
Aspek Product and System .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.70 Hubungan antara design dan product and systems..... **Error!**  
**Bookmark not defined.**

Gambar 4.71 Literasi Teknologi Siswa di Kelas AR dan Kelas Non-AR pada  
Aspek Characteristics, Core Concepts and Connections ..... **Error!**  
**Bookmark not defined.**

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Soal Representasi Saat Uji Coba dan Penelitian **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 2. Hasil Uji Coba Soal Representasi.....**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 3. Soal Uji Coba Pilihan Ganda Literasi Teknologi**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 4. Hasil Uji Coba Pilihan Ganda Literasi Teknologi.....**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 5. Soal Penelitian Pilihan Ganda Literasi Teknologi (Hasil Uji Coba)  
.....**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 6. Angket Literasi Teknologi yang digunakan saat Uji Coba.....**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 7. Hasil Uji Coba Angket Literasi Teknologi..... **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 8. Angket Literasi Teknologi yang digunakan saat Penelitian (Hasil Uji Coba) .....**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 9. Rencana Perangkat Pembelajaran (RPP) Kelas Eksperimen (Kelas AR).....**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 10. Rencana Perangkat Pembelajaran (RPP) Kelas Kontrol (Kelas Non-AR) .....**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 11. Rubrik Representasi.....**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 12. Hasil Rekapitulasi Jawaban Representasi Siswa Saat Pretest dan Posttest .....**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 13. Hasil Rekapitulasi Pretest dan Posttest Soal Pilihan Ganda.....**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 14. Hasil Data Statistik Soal Pilihan Ganda Saat Penelitian .....**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 15. Hasil Pengelompokan Angket Literasi Teknologi berdasarkan Aspek Soal Pilihan Ganda.....**Error! Bookmark not defined.**

Lampiran 16. Hasil Rata-rata Angket setiap Aspeknya..... **Error! Bookmark not defined.**

Lampiran 17. Surat Izin Penelitian.....**Error! Bookmark not defined.**

Lampiran 18. Dokumentasi Penelitian.....**Error! Bookmark not defined.**



## DAFTAR PUSTAKA

- A'yun, Q., Irawati, M. H., & Lestari, U. (2015). *Pengembangan Media Pembelajaran Komik Sistem Saraf Berpedekatan Scientific Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas XI SMA Negeri 1 Gondanglegi*. (Tesis). Universitas Negeri Malang, Malang.
- Ainsworth, S. (2008). The Educational Value of Multiple-representations when Learning Complex Scientific Concepts. In J. K. Gilbert, M. Reiner & M. B. Nakhleh (eds.). *Visualization: Theory and Practice in Science Education*, 191–208.
- Anam, R. S. (2019). *Analisis Representasi dan Perubahan Konsepsi Guru Serta Siswa Sekolah Dasar pada Materi Perpindahan Kalor*. (Disertasi). Sekolah Pascasarjana, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Arikunto, S. (2013). *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan* (Edisi 2). Jakarta: Bumi Aksara.
- Arisanti, W. O. L., Sopandi, W., & Widodo, A. (2016). Analisis Penguasaan Konsep dan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa SD melalui Project Based Learning. *EduHumaniora*, 8(1), 82–95.
- Campbell, N. A., & Reece, J. B. (2010). *Biologi Jilid 3* (8th ed.). Jakarta: Erlangga.
- Chandrasegaran, A. L., Treagust, D. F., & Mocerino, M. (2009). Emphasizing multiple levels of representation to enhance students' understandings of the changes occurring during chemical reactions. *Journal of Chemical Education*, 86(12), 1433–1436. <https://doi.org/10.1021/ed086p1433>
- Chiang, T. H. C., Yang, S. J. H., & Hwang, G. J. (2014). An augmented reality-based mobile learning system to improve students' learning achievements and motivations in natural science inquiry activities. *Educational Technology and Society*, 17(4), 352–365.
- Corradi, D., Elen, J., & Clarebout, G. (2012). Understanding and Enhancing the Use of Multiple External Representations in Chemistry Education. *Journal of Science Education and Technology*, 21(6), 780–795. <https://doi.org/10.1007/s10956-012-9366-z>
- Creswell, J. W. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative, & Mixed Methods Approaches* (Fourth ed.). California: SAGE Publications, Inc.

- De Jong, T., & Van Joolingen, W. R. (1998). Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of Educational Research*, 68(2), 179–201. <https://doi.org/10.3102/00346543068002179>
- Diegmann, P., Schmidt-Kraepelin, M., Eynden, S. Van Den, & Basten, D. (2015). Benefits of Augmented Reality in Educational Environments-A Systematic Literature Review. *Proceedings of the 12th International Conference on Wirtschaftsinformatik*, 1542–1556.
- Garmire, E., & Pearson, G. (2006). *Tech tally: approaches to assessing technological literacy*. Washington, DC: National Academies Press.
- Hamidy Hazidar, A., & Sulaiman, R. (2014). Visualization Cardiac Human Anatomy using Augmented Reality Mobile Application. *International Journal of Electronics Communication and Computer Engineering ISSN*, 5(3), 2249–2271.
- Hand, B., Gunel, M., & Ulu, C. (2009). Sequencing embedded multimodal representations in a writing to learn approach to the teaching of electricity. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(3), 225–247. <https://doi.org/10.1002/tea.20282>
- Handjani, E. F. (2018). *Media Pembelajaran Ragam Hias pada Busana Pengantin Sunda Priangan dengan Menggunakan Teknologi Augmented Reality*. (Skripsi). Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Harley, J. M., Poitras, E. G., Jarrell, A., Duffy, M. C., & Lajoie, S. P. (2016). Comparing virtual and location-based augmented reality mobile learning: emotions and learning outcomes. *Educational Technology Research and Development*, 64(3), 359–388. <https://doi.org/10.1007/s11423-015-9420-7>
- Hasanah, U. (2018). *Pengaruh Pembelajaran Berbasis STEM Terhadap Literasi Teknologi dan Kreativitas Produk Siswa pada Materi Pencemaran Lingkungan*. (Skripsi). Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Hmelo-Silver, C. E., Jordan, R., Eberbach, C., & Sinha, S. (2017). Systems learning with a conceptual representation: a quasi-experimental study. *Instructional Science*, 45(1), 53–72. <https://doi.org/10.1007/s11251-016-9392-y>
- Huang, T. C., Chen, C. C., & Chou, Y. W. (2016). Animating eco-education: To see, feel, and discover in an augmented reality-based experiential learning

- environment. *Computers and Education*, 96, 72–82.  
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.02.008>
- ITEA. (2000). *Standards for Technological Literacy: Content for the Study of Technology*. Reston, Virginia: ITEA.
- Jaber, L. Z., & BouJaoude, S. (2012). A Macro-Micro-Symbolic Teaching to Promote Relational Understanding of Chemical Reactions. *International Journal of Science Education*, 34(7), 973–998.  
<https://doi.org/10.1080/09500693.2011.569959>
- Johnstone, A. H. (2006). Chemical education research in Glasgow in perspective. *Chemistry Education Research and Practice*, 7(2), 59–63.
- Kirkley, S. E., & Kirkley, J. R. (2005). Creating next generation blended learning environments using mixed reality, Video Games and Simulations. *TechTrends*, 49(3), 42–53. <https://doi.org/10.1007/bf02763646>
- Komarudin, U., Rustaman, N., & Hasanah, L. (2016). Promoting Student's Conceptual Understanding Using STEM Based E-Book. *Mathematics, Science, and Computer Science Education (MSCEIS); AIP Conference Proceedings*, (hlm. 1-6). Retrieved from AIP Publishing 978-0-07354-1520-1/s30.00.
- Kristanti, T. (2016). *Representasi Multipel Bioinformatika dalam Memfasilitasi Conceptual Change Konsep Biologi Molekuler*. (Disertasi). Sekolah Pascasarjana, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Krupczak, J., & Disney, K. A. (2013). Technological literacy: Assessment and measurement of learning gains. *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*.
- Lestari, S. (2015). Analisis Kemampuan Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) pada Guru Biologi SMA dalam Materi Sistem Saraf. *Seminar Nasional XII Pendidikan Biologi FKIP UNS 2015*, 1(1), 123–136.
- Luthfiyani, S. H., Widodo, A., & Rochintaniawati, D. (2019). Pengaruh Pembelajaran Biologi Berbasis STEM terhadap Literasi Teknologi dan Keterampilan Pengambilan Keputusan Siswa SMA. *Indonesian Journal of Biology Education*, 7260(2), 77–82.
- Maulana, I., Suryani, N., & Asrowi, A. (2019). Augmented Reality: Solusi

- Pembelajaran IPA di Era Revolusi Industri 4.0. *Proceedings of the ICECRS*, 2(1), 19. <https://doi.org/10.21070/picecrs.v2i1.2399>
- Mawson, B. (2004). Factors Affecting Children's Learning in Technology. *Australian Association for Research in Education Annual Conference*. Melbourne: AARE.
- Meltzer, D. E. (2005). Relation between students' problem-solving performance and representational format. *American Journal of Physics*, 73(5), 463–478. <https://doi.org/10.1119/1.1862636>
- Mulyani, A. (2014). Representasi Visual Buku Biologi SMA pada Materi Kingdom Plantae. *Scientiae Educatia*, 3.
- National Assessment Of Educational Progress. (2014). *2014 Abridge Technology and Engineering Literacy Framework*. Retrieved from Washinton, D. C: NAGB.
- Nurhasanah, Z., Widodo, A., & Riandi, R. (2019). Augmented reality to facilitate students' biology mastering concepts and digital literacy. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 5(3), 481–488. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v5i3.9694>
- Nurmalasari, R. (2016). *Analisis Representasi Siswa SMA pada Tema Kalor dalam Perubahan Wujud Zat*. (Tesis). Sekolah Pascasarjana, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Purwanto, R. (2011). Peningkatan Motivasi dan Hasil Belajar Siswa pada Kompetensi Sistem Koordinasi Melalui Metode Pembelajaran Teaching Game Team Terhadap Siswa Kelas XI IPA SMA SMART EKSELENSIA Indonesia Tahun Ajaran 2010-2011. *Jurnal Pendidikan Dompot Dhuafa*, 1(1), 1–14.
- Qumillaila, Q., Susanti, B. H., & Zulfiani, Z. (2017). Pengembangan Augmented Reality Versi Android Sebagai Media Pembelajaran Sistem Ekskresi Manusia. *Jurnal Cakrawala Pendidikan*, 36(1), 57–69. <https://doi.org/10.21831/cp.v36i1.9786>
- Rachmawati, R. C. (2014). Pemanfaatan CD Interaktif Macromedia Flash pada Materi Sistem Saraf Sebagai Upaya Peningkatan Hasil Belajar Siswa di SMAN 1 Gringsing Batang. *Bioma*, 3(2). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

- Rahayu, B. (2017). *Analisis Profil Kemampuan Berpikir Logis, Penguasaan Konsep dan Miskonsepsi Siswa pada Materi Sistem Saraf*. (Tesis). Sekolah Pascasarjana, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Ristekdikti. (2018). Era Revolusi Industri 4.0 Saatnya Generasi Millennial Menjadi Dosen Masa Depan.
- Rosadi, I. (2014). *Korelasi Penguasaan Konsep Sistem Saraf dan Sikap Siswa Terhadap Penyalahgunaan Narkoba Melalui Pembelajaran Bermuatan Nilai*. (Skripsi). Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Rustaman, N., Sriyati, S., & Wulan, A. R. (2014). *Handout Evaluasi Pembelajaran*. Bandung: Departemen Pendidikan Biologi UPI.
- Sankey, M. (2003). Visual and multiple representation in learning materials: an issue of literacy. *Proceedings of the EDUCAUSE IN AUSTRALASIA 2003 Conference*, 829–839.
- Solaz-Portolés, J. J., & Lopez, V. S. (2007). Representations in problem solving in science: Directions for practice. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 8(4), 1–17.
- Stokes, S. (2002). Visual literacy in teaching and learning. *Electronic Journal for the Integration of Technology in Education*, 1(1), 10–19.
- Sudjana. (2005). *Metode Statistika*. Bandung: Pt. Tarsito.
- Sunyono. (2015). *Model Pembelajaran Multipel Representasi*. Yogyakarta: Media Akademi.
- Supranata, S. (2006). *Analisis Validitas, Reliabilitas dan Interpretasi Hasil Tes*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Tai, D. W., Wang, Y.-T., & Chen, Y.-T. (2009). *A Survey of Technology Literacy Level for Senior High School Student in Taiwan*. 10–11. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Tasker, R., & Dalton, R. (2006). Research into practice: Visualisation of the molecular world using animations. *Chemistry Education Research and Practice*, 7(2), 141–159. <https://doi.org/10.1039/B5RP90020D>
- Treagust, D. (2008). The Role Of Multiple Representations In Learning Science: Enhancing Students' Conceptual Understanding And Motivation. *Science Education at the Nexus of Theory and Practice*, (March).

<https://doi.org/10.1163/9789087904227>

- Tsui, C.-Y., & Treagust, D. F. (2013). Multiple Representations in Biological Education. *Journal Multiple Representations in Biological Education*, 7(April 2016), 55–73. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-4192-8>
- Wahyuningsih, A. N. (2012). Pengembangan Media Komik Bergambar Materi Sistem Saraf Untuk Pembelajaran Yang Menggunakan Strategi Pq4R. *Journal of Innovative Science Education*, 1(1), 102–110.
- Waldrip, B., Prain, V., & Carolan, J. (2010). Using multi-modal representations to improve learning in junior secondary science. *Research in Science Education*, 40(1), 65–80. <https://doi.org/10.1007/s11165-009-9157-6>
- Wang, H. Y., Duh, H. B. L., Li, N., Lin, T. J., & Tsai, C. C. (2014). An investigation of university students' collaborative inquiry learning behaviors in an augmented reality simulation and a traditional simulation. *Journal of Science Education and Technology*, 23(5), 682–691. <https://doi.org/10.1007/s10956-014-9494-8>
- Wulandari, R., Widodo, A., & Rochintaniawati, D. (2020). Penggunaan Aplikasi Augmented Reality Untuk Memfasilitasi Penguasaan Konsep Dan Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 11(2), 59. <https://doi.org/10.17977/um052v11i2p59-69>