

**BEBAN KOGNITIF SISWA MA PADA PEMBELAJARAN MENGENAI  
PERTUKARAN DAN PERJALANAN O<sub>2</sub> DAN CO<sub>2</sub> DALAM TUBUH  
MANUSIA BERBANTUAN *VIDEO GAME* DAN *VIDEO ANIMASI***

**SKRIPSI**

*Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana  
Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Biologi*



Oleh

Nurfira Artisetya Soleha

NIM 1604894

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI**

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN BIOLOGI**

**FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

**2020**

**BEBAN KOGNITIF SISWA MA PADA PEMBELAJARAN MENGENAI  
PERTUKARAN DAN PERJALANAN O<sub>2</sub> DAN CO<sub>2</sub> DALAM TUBUH  
MANUSIA BERBANTUAN *VIDEO GAME* DAN *VIDEO ANIMASI***

oleh

Nurfira Artisetya Soleha

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

© Nurfira Artisetya Soleha

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 izin dari penulis

**Nurfira Artisetya Soleha, 2020 *BEBAN KOGNITIF SISWA MA PADA PEMBELAJARAN MENGENAI  
PERTUKARAN DAN PERJALANAN O<sub>2</sub> DAN CO<sub>2</sub> DALAM TUBUH MANUSIA BERBANTUAN VIDEO  
GAME DAN VIDEO ANIMASI***

Universitas Pendidikan Indonesia | [repository.upi.edu](http://repository.upi.edu) | [perpustakaan.upi.edu](http://perpustakaan.upi.edu)

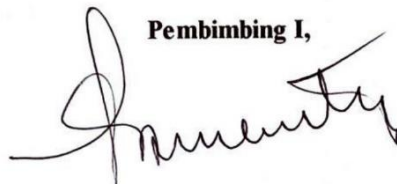
**LEMBAR PENGESAHAN**  
**BEBAN KOGNITIF SISWA MA PADA PEMBELAJARAN MENGENAI PERTUKARAN**  
**DAN PERJALANAN O<sub>2</sub> DAN CO<sub>2</sub> DALAM TUBUH MANUSIA BERBANTUAN VIDEO**  
**GAME DAN VIDEO ANIMASI**

**NURFIRA ARTISETYA SOLEHA**

**NIM. 1604894**

**Disetujui dan disahkan oleh :**

**Pembimbing I,**



**Dra. Soesy Asiah Soesilawati, MS.**  
**NIP. 195904011983032002**

**Pembimbing II,**



**Dr. rer. nat. Adi Rahmat, M.Si.**  
**NIP. 196512301992021001**

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi Pendidikan Biologi,**



**Dr. Amprasto, M.Si.**  
**NIP. 196607161991011001**

## PERNYATAAN

*Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Beban Kognitif Siswa MA pada Pembelajaran mengenai Pertukaran dan Perjalanan O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> dalam Tubuh Manusia berbantuan Video game dan Video Animasi” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak berdasarkan dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.*

Bandung, Juli 2020

Yang membuat pernyataan,

Nurfira Artisetya Soleha

1604894

## KATA PENGANTAR

Penulis mengucapkan syukur kepada Allah SWT karena atas segala rahmat, nikmat, dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Beban Kognitif Siswa MA pada Pembelajaran mengenai Pertukaran dan Perjalanan O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> dalam Tubuh Manusia berbantuan *Video game* dan Video Animasi”. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan beban kognitif siswa MA dalam pembelajaran mengenai pertukaran dan perjalanan O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> dalam tubuh manusia berbantuan *video game* dengan berbantuan video animasi. Penulis sadar bahwa skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat menambah wawasan bagi siapa saja yang membaca, juga dapat dijadikan sebagai salah satu referensi untuk penelitian selanjutnya.

Bandung, Juli 2020

Yang membuat pernyataan,

Nurfira Artisetya Soleha

1604894

## UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan kemudahan dan kekuatan untuk penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Beban Kognitif Siswa MA pada Pembelajaran mengenai Pertukaran dan Perjalanan O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> dalam Tubuh Manusia berbantuan *Video game* dan *Video Animasi*” sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Program Studi Pendidikan Biologi. Selama penulisan skripsi ini, penulis menyadari bahwa banyak pihak yang membantu sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan banyak ucapan terima kasih kepada:

1. Ibu Dra. Soesy Asiah Soesilawati, M.S selaku Pembimbing I yang sudah sabar membimbing, mengarahkan, dan memberi saran pada penulis, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik;
2. Bapak Dr. rer. nat. Adi Rahmat, M.Si selaku Pembimbing II yang sudah membimbing dan memberikan banyak masukan bagi penulis, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan;
3. Ibu Dr. Ana Ratna Wulan, M.Pd selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan nasihat dan motivasi dengan baik;
4. Bapak Dr. Amprasto, M.Si selaku ketua Program Studi Pendidikan Biologi
5. Bapak Dr. Bambang Supriatno, M.Si selaku ketua Departemen Pendidikan Biologi
6. Kedua orang tua penulis, yang selalu memerhatikan, mendoakan, dan memberikan dukungan yang begitu besar untuk penulis;
7. Adik-adik, nenek, serta segenap keluarga besar penulis yang selalu memberikan doa;
8. Bapak sekolah MAN 1 Bandung dan guru biologi yang telah bersedia memberikan bantuan dan sebagai tempat pengambilan data penelitian;
9. Nabila Nur'Khoerinnissa atas saran dan pengetahuannya dalam membantu penulis dalam menyusun skripsi ini;
10. Ramdhan Gunawan yang selalu menemani dan membantu penulis selama perkuliahan berlangsung hingga skripsi ini selesai;

11. Kristine, Resa, dan Rivani yang memberi semangat pada penulis selama melakukan penelitian dan menyusun skripsi;
12. Teman-teman kelas Pendidikan Biologi B 2016 yang saling memberikan semangat dan doa pada penulis dari awal perkuliahan;
13. Teman-teman angkatan 2016 Pendidikan Biologi, KKN Desa Karyawangi 2019, dan Prisman16 yang selalu menjadi keluarga yang baik dalam mendukung dan mendoakan penulis.
14. Siswa-siswi kelas XI MIA B dan XI MIA D MAN 1 Bandung tahun ajaran 2019/2020 yang mau bekerja sama selama pengambilan data penelitian berlangsung;

Penulis sadar tidak dapat membalas segala kebaikan pihak-pihak yang membantu dalam penyusunan skripsi ini. Semoga kebaikan tersebut dapat digantikan dengan pahala yang besar oleh Allah SWT. Akhir kata, penulis memohon maaf apabila ditemukan kekurangan pada skripsi ini, dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat serta dapat dijadikan acuan bagi pihak lain untuk memajukan pendidikan Indonesia.

Bandung, Juli 2020

Penulis

**ABSTRAK**  
**BEBAN KOGNITIF SISWA MA PADA PEMBELAJARAN MENGENAI  
PERTUKARAN DAN PERJALANAN O<sub>2</sub> DAN CO<sub>2</sub> DALAM TUBUH  
MANUSIA BERBANTUAN *VIDEO GAME* DAN VIDEO ANIMASI**

**Nurfira Artisetya Soleha**

**1604894**

Media pembelajaran memiliki peran penting bagi siswa untuk memahami suatu materi. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis perbedaan beban kognitif pada siswa di kelas berbantuan *video game* dengan siswa di kelas berbantuan video animasi dalam materi pertukaran dan perjalanan O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> dalam tubuh manusia. Penelitian dilaksanakan di salah satu MA Negeri favorit di kota Bandung dengan partisipan sebanyak 61 siswa kelas XI MIA yang berasal dari dua kelas berbeda. Pembelajaran pada kedua kelas dilakukan dengan langkah yang sama, hanya media pembelajarannya saja yang berbeda. Beban kognitif ditentukan berdasarkan tiga komponen beban kognitif, yaitu kemampuan siswa dalam memproses informasi yang dijarang dengan task complexity worksheet, usaha mental siswa dengan angket subjective rating scale berbasis skala Likert, dan hasil belajar siswa yang diukur dengan post-test pilihan ganda. Besarnya beban kognitif ditentukan berdasarkan korelasi antar ketiga komponen beban kognitif. Hasil analisis data menunjukkan korelasi antar beban kognitif pada kedua kelas sama-sama tidak menunjukkan korelasi yang signifikan. Hasil ini menggambarkan bahwa pada kelas *video game* dan video animasi masih sama-sama memiliki beban kognitif.

**Kata Kunci:** Beban Kognitif, *Video game*, Video Animasi



**ABSTRACT**  
**COGNITIVE LOAD OF MA STUDENTS IN LEARNING ABOUT  
EXCHANGE AND DISTRIBUTIONS OF O<sub>2</sub> AND CO<sub>2</sub> IN HUMAN BODY  
SYSTEM BY VIDEO GAME-ASSISTED AND VIDEO ANIMATION-  
ASSISTED**

**Nurfira Artisetya Soleha**

**1604894**

*Learning media is an important thing for students to understand a learning material. This study was conducted to analyze the differences of student's cognitive between video game-assisted class and video-assisted class in learning about the distribution of O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> in human body system. The study was conducted in one of the favorite MAN in Bandung with againts 61 students from two different XI MIA classes. The same learning material in both classes is carried out using different learning media. Cognitive load is determined based on three components, namely: (1) the ability of students to process information that is tested by the complexity of worksheet assignments, (2) student mental effort with a subjective assessment scale questionnaire based on a Likert scale, and (3) student learning outcomes supported by multiple choice post-tests. The amount of cognitive load is determined by the comparison between components of cognitive load. The results of analysis show that the interaction between loads in both classes does not show a significant disagreement. These results illustrate that the video game and animation video classes still have cognitive load.*

**Keywords:** *cognitive load, video game, video animation*

## DAFTAR ISI

PERNYATAAN.....	i
KATA PENGANTAR .....	ii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iii
ABSTRAK .....	v
<i>ABSTRACT</i> .....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Penelitian .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Pertanyaan Penelitian.....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Asumsi .....	5
1.7 Hipotesis .....	5
1.8 Struktur Organisasi Skripsi.....	5
BAB II.....	6
BEBAN KOGNITIF, MEDIA PEMBELAJARAN <i>VIDEO GAME</i> DAN VIDEO ANIMASI, MATERI PERTUKARAN DAN PERJALANAN O <sub>2</sub> DAN CO <sub>2</sub> DALAM TUBUH MANUSIA.....	6
2.1 Beban Kognitif.....	6
2.2 Media Pembelajaran <i>Video game</i> dan Video Animasi .....	18
2.3 Analisis Materi Pertukaran dan Perjalanan O <sub>2</sub> dan CO <sub>2</sub> dalam Tubuh Manusia.....	27
BAB III .....	33
METODE PENELITIAN.....	33
3.1 Metode Penelitian .....	33
3.2 Definisi Operasional .....	33
3.3 Desain Penelitian .....	34

3.4	Subjek Penelitian .....	34
3.5	Instrumen .....	34
3.6	Prosedur Penelitian .....	38
3.7	Analisis Data.....	39
BAB IV .....		42
TEMUAN DAN PEMBAHASAN .....		42
4.1	Temuan Penelitian .....	42
4.2	Pembahasan.....	47
BAB V.....		57
SIMPULAN, IMPLIKASI, REKOMENDASI.....		57
5.1	Simpulan .....	57
5.2	Implikasi .....	57
5.3	Rekomendasi.....	58
DAFTAR PUSTAKA .....		59
LAMPIRAN.....		68

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Desain penelitian.....	34
Tabel 3.2 Kisi-kisi task complexity worksheet kemampuan menerima dan mengolah informasi .....	35
Tabel 3.3 Kisi-kisi angket subjective rating scale.....	35
Tabel 3.4 Kisi-kisi post-test .....	36
Tabel 3.5 Hasil analisis soal.....	37
Tabel 3.6 Kategori Kekuatan Koefisien Korelasi .....	41
Tabel 4.1 Rekapitulasi nilai kemampuan menerima dan mengolah informasi (MMI) .....	42
Tabel 4.2 Rekapitulasi statistik kemampuan menerima dan mengolah informasi.	43
Tabel 4.3 Rekapitulasi nilai usaha mental (UM) .....	44
Tabel 4.4 Rekapitulasi statistik usaha mental .....	44
Tabel 4.5 Rekapitulasi nilai hasil belajar (HB).....	45
Tabel 4.6 Rekapitulasi statistik hasil belajar siswa.....	45
Tabel 4.7 Rekapitulasi statistik hubungan antara kemampuan menerima dan mengolah informasi, usaha mental dan hasil belajar pada kelas <i>video game</i> dan kelas video animasi .....	46

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Komponen-komponen beban kognitif yang berkaitan dengan kapasitas memori kerja. ....	14
Gambar 2.2 Sistem respirasi mamalia.....	29
Gambar 2.3 Sistem kardiovaskular mamalia .....	30
Gambar 2.4 Bongkar-muat gas-gas respirasi .....	31
Gambar 3.1 Alur penelitian.....	39

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran .....	69
Lampiran B. Instrument Penelitian .....	82
Lampiran C. Rekapitulasi Hasil MMI, UM, dan HB .....	99
Lampiran D. Hasil Uji Statistik.....	102
Lampiran E. Surat Penelitian .....	106
Lampiran F. Dokumentasi.....	109
Lampiran G. Tentang Penulis .....	116

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, Patma Sopamena, & Fitri Tomia. (2018). Beban kognitif siswa dalam menyelesaikan masalah pertidaksamaan linear satu variabel kelas VII MTS Negeri Ambon. *Prosiding SEMNAS Matematika & Pendidikan Matematika IAIN Ambon Tahun 2018*, 1(1), 83–93.
- Agénor, P.-R., & Moreno-Dodson, B. (2012). Public infrastructure and growth: new channels and policy implications. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2005043>
- Akhmad Busyaeri, Tamsik Udin, A. Zaenuddi. (2016). Pengaruh Penggunaan Video. *AL Ibtida*, 3(20), 116–137.
- Anderson, J. L., & Barnett, M. (2013). Learning physics with digital game simulations in middle school science. *Journal of Science Education and Technology*. <https://doi.org/10.1007/s10956-013-9438-8>
- Annetta, L. A., Minogue, J., Holmes, S. Y., & Cheng, M. T. (2009). Investigating the impact of video games on high school students engagement and learning about genetics. *Computers and Education*. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.12.020>
- Annetta, L., Mangrum, J., Holmes, S., Collazo, K., & Cheng, M. T. (2009). Bridging realty to virtual reality: Investigating gender effect and student engagement on learning through video game play in an elementary school classroom. *International Journal of Science Education*. <https://doi.org/10.1080/09500690801968656>
- Arifin, Z. (2012). *Evaluasi pembelajaran*. Bandung: Remaja Rosdakarya. <https://doi.org/979-692-956-2>
- Arikunto, S. (2010). *Prosedur Penelitian Pendekatan Praktik Edisi Revisi VI*. Rineka Cipta.
- Artino, A. R. J. (2008). Cognitive load theory and the role of learner experience: an abbreviated review for educational practitioners. *Association for the Advancement of Computing In Education Journal (AAACE) Journal*. <https://doi.org/10.1016/S0959>
- Azhar, A. (2008). *Media Pembelajaran. Meedia Pembelajaran*. <https://doi.org/media pembelajaran>
- Baddeley, A. (1992). Working memory. *Science*. <https://doi.org/10.1126/science.1736359>
- Bakhtiar, Suaha. (2011). *Biologi untuk SMA dan MA Kelas XI*. Jakarta : PT Sarana Panca Karya Nusa.

- Bakri, H. (2011). Desain media pembelajaran animasi berbasis adobe flash cs3 pada mata kuliah instalasi listrik 2. *Jurnal MEDTEK*.
- Barbara B. Seels & Rita C. Richey. (1994). *Teknologi Pembelajaran Defenisi dan Kawasaannya*. Jakarta : Unit Penerbitan Universitas Negeri Jakarta (UNJ).
- Brame, C. J. (2016). Effective educational videos: principles and guidelines for maximizing student learning from video content. *CBE Life Sciences Education*, 15(4), es6.1-es6.6. <https://doi.org/10.1187/cbe.16-03-0125>
- Çakiroğlu, Ü., & Aksoy, D. A. (2017). Exploring extraneous cognitive load in an instructional process via the web conferencing system. *Behaviour and Information Technology*. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2016.1276964>
- Campbell, N. A. & J. B. Reece. (2008). *Biologi, Edisi Kedelapan Jilid 3*. Terjemahan: Damaring Tyas Wulandari. Jakarta: Erlangga.
- Cheng, M. T., Su, T., Huang, W. Y., & Chen, J. H. (2014). An educational game for learning human immunology: What do students learn and how do they perceive? *British Journal of Educational Technology*. <https://doi.org/10.1111/bjet.12098>
- Depdiknas. (2006). *Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia No 22 Tahun 2006 tentang Standar Isi untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah*. Departemen Pendidikan Nasional.
- Diananda, A. (2019). Psikologi remaja dan permasalahannya. *Journal ISTIGHNA*, 1(1), 116–133. <https://doi.org/10.33853/istighna.v1i1.20>
- Effendi, E, Zhuang, H. (2005). *E-learning, Konsep dan Aplikasi*. Yogyakarta.
- Elok Mahmudah, R. (2013). Pengembangan media pembelajaran dasar kompetensi kejuruan menggunakan Adobe Flash CS4 untuk SMK Negeri 1 Blitar. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*.
- Eti Rochaety,dkk. (2005) . *Sistem Informamsi Manajemen Pendidikan*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Fechera, B., Somantri, M., & Hamik, D. L. (2017). Desain dan implementasi media video prinsip-prinsip alat ukur listrik dan elektronika. *Innovation of Vocational Technology Education*. <https://doi.org/10.17509/invotec.v8i2.6125>
- Feinberg, S., & Murphy, M. (2000). Applying cognitive load theory to the design of web-based instruction. in *IPCC/SIGDOC 2000: Technology and Teamwork - Proceedings, IEEE Professional Communication Society International Professional Communication Conference and ACM Special Interest Group on*



*Documentation Conference.*  
<https://doi.org/10.1109/IPCC.2000.887293>

Gagné, R. M., Wager, W. W., Golas, K. C., & Keller, J. M. (2004). *Principles of Instructional Design Performance Improvement.*

Garba, S. A., Byabazaire, Y., & Busthami, A. H. (2015). Toward the use of 21st century teaching-learning approaches: The trend of development in Malaysian schools within the context of Asia Pacific. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 10(4), 72–79.  
<https://doi.org/10.3991/ijet.v10i4.4717>

Garnasih, T., Hidayat, T., & Rahmat, A. (2015). Menurunkan beban kognitif intrinsik siswa ma dalam pembelajaran klasifikasi menurunkan beban kognitif intrinsik siswa ma dalam pembelajaran klasifikasi spermatophyta menggunakan tayangan video keanekaragaman tumbuhan.

Gee, J. (2005). Why are videogames good for learning? *Spectrum.*

Haerani, R. P. R. R. (2013). Penggunaan media pembelajaran video game untuk meningkatkan penguasaan konsep interaksi makhluk hidup dengan lingkungan siswa. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Hindriana, A. F., Rahmat, A., Redjeki, S., & Riandi, R. (2017). Meningkatkan keterampilan berpikir mahasiswa dengan menurunkan beban kognitif melalui integrasi struktur pada fungsi tumbuhan menggunakan model nested. *JPPS (Jurnal Penelitian Pendidikan Sains)*.  
<https://doi.org/10.26740/jpps.v2n1.p158-163>

Hug, B., Krajcik, J. S., & Marx, R. W. (2005). Using innovative learning technologies to promote learning and engagement in an Urban science classroom. *Urban Education*. <https://doi.org/10.1177/0042085905276409>

Hwang, G. J., & Wu, P. H. (2012). Advancements and trends in digital game-based learning research: A review of publications in selected journals from 2001 to 2010. *British Journal of Educational Technology*.  
<https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2011.01242.x>

Johari, A., Hasan, S., & Rakhman, M. (2016). Penerapan media video dan animasi pada materi memvakum dan mengisi refrigeran terhadap hasil belajar siswa. *Journal of Mechanical Engineering Education*, 1(1), 8.  
<https://doi.org/10.17509/jmee.v1i1.3731>

Kalyuga, S. (2011). Informing: A cognitive load perspective. *Informing Science*.  
<https://doi.org/10.28945/1349>

Khristiyono. (2012). *Seri Pendalaman Materi Biologi untuk SMA/MA*. Jakarta : Esis.

- Klisch, Y., Miller, L. M., Wang, S., & Epstein, J. (2012). The impact of a science education game on students learning and perception of inhalants as body pollutants. *Journal of Science Education and Technology*. <https://doi.org/10.1007/s10956-011-9319-y>
- Kurnadi, Kemal Adyana. (2016). *Dasar-dasar Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia II*. Bandung: Jurusan Pendidikan Biologi Fakultas Pendidikan Matematika dan IPA Universitas Pendidikan Indonesia.
- Kustandi, Cecep & Bambang Sutjipto. (2011). *Media Pembelajaran; Manual dan Digital*. Bogor: Ghalia Indonesia
- Kusantati, H., Marlina, M., & Wiana, W. (2017). Evaluasi multimedia interaktif berbasis animasi pada pembelajaran teknologi desain busana. *Innovation of Vocational Technology Education*. <https://doi.org/10.17509/invotec.v10i1.5090>
- Lin, J. J. H., & Lin, S. S. J. (2014). Cognitive load for configuration comprehension in computer-supported geometry problem solving: an eye movement perspective. *International Journal of Science and Mathematics Education*. <https://doi.org/10.1007/s10763-013-9479-8>
- Lukiman, R., & Lestarianto, J. W. (2016). Pengaruh penerapan sistem informasi akuntansi, pemanfaatan sistem informasi, efektivitas penggunaan sistem informasi akuntansi, kepercayaan atas teknologi sistem informasi akuntansi, dan teknologi informasi terhadap kinerja individu karyawan. *Jurnal ULTIMA Accounting*. <https://doi.org/10.31937/akuntansi.v8i2.581>
- Marcharis, D. A. (2015). Beban kognitif siswa pada pembelajaran biologi di SMA berbasis pesantren.
- Martin, M. (2007). The Millennial Student: A New Generation of Learners. *Athletic Training Education Journal*, 2(2), 42–46.
- Marzano, R. J., Tighe, J. M., & Pickering, D. (1993). *Assessing Student Outcomes: Performance Assessment for Supervision and Curriculum Development*.
- Marzano, R., & Kendall, J. (2007). *The New Taxonomy of Educational Objectives*. (R. Livsey, P. Cappelo, L. Shea, & M. Scott, Eds.), Corwin Press (Second Edi). Thousand Oaks: Corwin Press.
- Mayer, R. E. (2001). *Multimedia Learning*, 41.
- Mayer, R. E., Mautone, P., & Prothero, W. (2002). Pictorial aids for learning by doing in a multimedia geology simulation game. *Journal of Educational Psychology*. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.94.1.171>
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2003). *Educational Psychologist*.
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2010). Techniques that reduce extraneous cognitive load and manage intrinsic cognitive load during multimedia learning. In

*Cognitive Load Theory*. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511844744.009>

- Meluso, A., Zheng, M., Spires, H. A., & Lester, J. (2012). Enhancing 5th graders' science content knowledge and self-efficacy through game-based learning. *Computers and Education*. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.12.019>
- Miarso, Yusufhadi. (1984). *Teknologi Komunikasi Pendidikan*. Jakarta: CV. Rajawali
- Milenković, D., Segedinac, M., Hrin, T., & Cvjetićanin, S. (2014). Cognitive load at different levels of chemistry representations. *Croatian Journal of Education*.
- Moreno, R., & Mayer, R. E. (2005). Role of guidance, reflection, and interactivity in an agent-based multimedia game. *Journal of Educational Psychology*. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.97.1.117>
- Moreno, R., & Mayer, R. E. (2010). Techniques that increase generative processing in multimedia learning: Open questions for cognitive load research. In *Cognitive Load Theory*. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511844744.010>
- Moreno, R., & Park, B. (2010). Cognitive load theory: Historical development and relation to other theories. In *Cognitive Load Theory*. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511844744.003>
- Muehrer, R., Jenson, J., Friedberg, J., & Husain, N. (2012). Challenges and opportunities: Using a science-based video game in secondary school settings. *Cultural Studies of Science Education*. <https://doi.org/10.1007/s11422-012-9409-z>
- Muyaroah, S., & Fajartia, M. (2017). Pengembangan media pembelajaran berbasis android dengan menggunakan aplikasi Adobe Flash CS 6 pada mata pelajaran biologi. *Innovative Journal of Curriculum and Educational Technology*, 6(2), 22–26. <https://doi.org/10.15294/ijcet.v6i2.19336>
- National Research Council. (2001). Knowing what students know: The science and design of educational assessment. *Issues in Science and Technology*. <https://doi.org/10.17226/10019>
- Nicholas, A. J. (2008). Preferred learning methods of the millennial generation. *The International Journal of Learning: Annual Review*, 15(6), 27–34. <https://doi.org/10.18848/1447-9494/cgp/v15i06/45805>
- Noviyanto, T. S. H., Juanengsih, N., & Rosyidatun, E. S. (2015). Penggunaan media video animasi sistem pernapasan manusia untuk meningkatkan hasil belajar biologi. *Edusains*, 7(1), 57–63. <https://doi.org/10.15408/es.v7i1.1215>
- Özçetin, M., Gümüstas, F., Çag, Y., Gökbay, I. Z., & Gökbay, A. (2019). The relationships between video game experience and cognitive abilities in adolescents. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, 15, 1171–1180.

<https://doi.org/10.2147/NDT.S206271>

- Paas, F., Renkl, A., & Sweller, J. (2003). Cognitive load theory and instructional design: Recent developments. In *Educational Psychologist*.  
[https://doi.org/10.1207/S15326985EP3801\\_1](https://doi.org/10.1207/S15326985EP3801_1)
- Pallant, J. (2007). A step-by-step guide to data analysis using SPSS for Windows (Version 15), 3rd Edition. *Allen and Unwin*.
- Rahmat, A., & Hindriana, A. F. (2013). Beban kognitif mahasiswa dalam pembelajaran fungsi terintegrasi struktur tumbuhan berbasis dimensi belajar. *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 20(1), 66–74.
- Retnowati, E. (2017). Keterbatasan memori dan implikasinya dalam mendesain metode pembelajaran matematika. *Journal of Chemical Information and Modeling*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Setyosari, P. (n.d.). Multimedia dan pengetahuan awal terhadap hasil.
- Slavin, R. E. (2010). Cooperative learning. In *International Encyclopedia of Education*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-044894-7.00494-2>
- Sriwahyuni, Ayu & Mardono. (2016). Pengembangan Media Pembelajaran Game Edukasi Pada Mata Pelajaran Ekonomi Kelas X IIS SMA Laboratorium Universitas Negeri Malang. *JPE-Volume 9, Nomor 2*.
- Sudjana & Rivai. (2005). *Media Pengajaran Penggunaan dan Pembuatannya*. Bandung: Sinar Baru Algensindo.
- Sung, H. Y., & Hwang, G. J. (2013). A collaborative game-based learning approach to improving students' learning performance in science courses. *Computers and Education*. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.11.019>
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*. [https://doi.org/10.1016/0364-0213\(88\)90023-7](https://doi.org/10.1016/0364-0213(88)90023-7)
- Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and Instruction*. [https://doi.org/10.1016/0959-4752\(94\)90003-5](https://doi.org/10.1016/0959-4752(94)90003-5)
- Sweller, J. (2010). Element interactivity and intrinsic, extraneous, and germane cognitive load. *Educational Psychology Review*.  
<https://doi.org/10.1007/s10648-010-9128-5>
- Sweller, J. (2011). *Cognitive Load Theory. Psychology of Learning and Motivation - Advances in Research and Theory*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387691-1.00002-8>
- Tilaar. (2002). *Pendidikan, Kebudayaan, dan Masyarakat Madani Indonesia; Strategi Reformasi Pendidikan Nasional. Ketiga*.

- Ulfa, K., Anggraeni, S., & Supriatno, B. (2017). How to improve the mastery of students' concept on photosynthesis topic? *Journal of Physics: Conference Series*, 895(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/895/1/012137>
- Van Merriënboer, J. J. G., & Sweller, J. (2005). Cognitive load theory and complex learning: Recent developments and future directions. *Educational Psychology Review*. <https://doi.org/10.1007/s10648-005-3951-0>
- Vogel, J. J., Vogel, D. S., Cannon-Bowers, J., Bowers, G. A., Muse, K., & Wright, M. (2006). Computer gaming and interactive simulations for learning: A meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research*. <https://doi.org/10.2190/FLHV-K4WA-WPVQ-H0YM>
- Yohanes, B., Subanji, & Sisworo. (2016). Beban kognitif siswa dalam pembelajaran. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian Dan Pengembangan*, 1(2), 187–195.
- Yudistira, Taufik Hikmawan. (2012). Efektivitas penerapan pembelajaran hiperteks berbasis animasi terhadap hasil belajar struktur atom. *Chemistry in Education*.
- Zain, S. B. D. dan A. (2006). Strategi Belajar Mengajar. Jakarta: PT Rineka Cipta. Syaiful Bahri Djamarah Dan Aswan Zain. <https://doi.org/10.1016/j.bbapap.2013.06.007>
- Zhang, L., & Shang, J. (2015). How video games enhance learning: A discussion of James Paul Gee's views in his book what video games have to teach us about learning and literacy. In *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-20621-9\\_34](https://doi.org/10.1007/978-3-319-20621-9_34)
- Ziden, A. A., & Albdour, A. A. (2012). E-learning! The new paradigm of education : Factorial analysis. *International Journal of Humanities and Social Science*.