

**PENGUNAAN MEDIA 3D BERBASIS MIKROKONTROLER DALAM
PEMBELAJARAN *DISCOVERY LEARNING* UNTUK MENINGKATKAN
KETERAMPILAN MULTIREPRESENTASI SISWA SMA**



SKRIPSI

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

Oleh:

Lu'lu' Lathifatuazzakiyyah

2104216

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG
2025**

LEMBAR HAK CIPTA

**PENGUNAAN MEDIA 3D BERBASIS MIKROKONTROLER DALAM
PEMBELAJARAN *DISCOVERY LEARNING* UNTUK MENINGKATKAN
KETERAMPILAN MULTIREPRESENTASI SISWA SMA**

Oleh:
Lu'lu' Lathifatuazzakiyyah

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

©Lu'lu' Lathifatuazzakiyyah 2025

Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2025

Hak Cipta dilindungi undang-undang

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

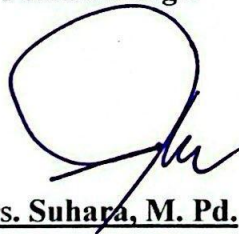
LEMBAR PENGESAHAN

LU'LU' LATHIFATUZZAKIYYAH

**PENGUNAAN MEDIA 3D BERBASIS MIKROKONTROLER DALAM
PEMBELAJARAN *DISCOVERY LEARNING* UNTUK MENINGKATKAN
KETERAMPILAN MULTIREPRESENTASI SISWA**

Disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing I



Drs. Suhara, M. Pd.

NIP. 196512271991031003

Pembimbing II



Dr. H. Saefudin, M. Si.

NIP. 196307011988031003

Mengetahui

Ketua Program Studi Pendidikan Biologi



Dr. Kusnadi, M. Si.

NIP. 196805091994031001

ABSTRAK

Materi biologi yang bersifat abstrak memerlukan dukungan pengalaman belajar konkret. Rendahnya pengalaman tersebut dapat menyulitkan siswa membangun pemahaman yang diwujudkan dalam berbagai bentuk representasi dan pada kondisi tersebut, media pembelajaran berbasis teknologi berperan sebagai jembatan penghubung. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penggunaan media 3D berbasis mikrokontroler dalam pembelajaran *Discovery Learning* terhadap peningkatan keterampilan multirepresentasi siswa SMA pada materi sistem saraf. Keterampilan yang diukur meliputi representasi visual, verbal, tabel, dan grafik. Metode penelitian yang digunakan adalah *pre-experimental* dengan desain *one group pretest-posttest*. Subjek penelitian berjumlah 30 siswa tanpa adanya kelompok kontrol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan media 3D berbasis mikrokontroler efektif meningkatkan keterampilan multirepresentasi siswa dengan peningkatan tertinggi terjadi pada representasi visual dengan skor *N-gain* 0,86. (kategori tinggi). Disertai dengan hasil kuesioner terhadap penggunaan media, sebesar 81-100% (kategori sangat baik) menunjukkan bahwa media ini tidak hanya bermanfaat secara kognitif, tetapi juga mampu meningkatkan minat dan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran. Namun demikian, hasil penelitian ini belum memenuhi Kriteria Ketuntasan Minimal secara merata pada keseluruhan siswa, sehingga diperlukan pengembangan media yang mampu secara seimbang memfasilitasi seluruh bentuk representasi.

Kata kunci: Media Pembelajaran, Media 3D Berbasis Mikrokontroler, Keterampilan Multirepresentasi, Sistem Saraf.

ABSTRACT

Biology materials that are abstract in nature require the support of concrete learning experiences. This lack of experience can make it difficult for students to build understanding that is manifested in various forms of representation and in such conditions, technology-based learning media serve as a solution. This study aims to analyze the use of microcontroller-based 3D media in Discovery Learning to improve senior high school students' multi-representation skills on the topic of the nervous system. The skills measured include visual, verbal, tabular, and graphic representations. The research method used was pre-experimental with a one-group pretest-posttest design. The research subjects were 30 students without a control group. The results showed that the use of microcontroller-based 3D media effectively improved students' multi-representation skills with the highest increase observed in visual representation (N-gain=0.86; high category). Students' responses toward the media ranged from 81–100% (very good category), indicating that the media was not only cognitively beneficial, but also capable of increasing student' interest and involvement in the learning process. However, the results of this study have not met the Minimum Completion Criteria (KKM) equally for all students, so it is necessary to develop media that can facilitate all forms of representation equally.

Keywords: *Learning Media, Microcontroller-Based 3D Media, Multi-representation Skills, Nervous System.*

DAFTAR ISI

LEMBAR HAK CIPTA.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	iv
KATA PENGANTAR.....	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
ABSTRAK	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Masalah.....	5
1.6 Asumsi Penelitian.....	6
1.7 Hipotesis Penelitian.....	7
1.8 Struktur Organisasi Skripsi	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Media Pembelajaran	9
2.2 Media 3D Berbasis Mikrokontroler	11
2.3 Keterampilan Multirepresentasi Siswa.....	14

2.4 Analisis Materi Sistem Saraf Manusia	18
BAB III METODE PENELITIAN	26
3.1 Metode dan Desain Penelitian.....	26
3.1.1 Metode Penelitian.....	26
3.1.2 Desain Penelitian.....	26
3.2 Subjek Penelitian.....	27
3.3 Definisi Operasional.....	27
3.4 Instrumen Penelitian.....	29
3.4.1 Instrumen Keterampilan Multirepresentasi Siswa	29
3.4.2 Instrumen Respons Penggunaan Media 3D Berbasis Mikrokontroler	32
3.5 Pengembangan Instrumen	35
3.5.1 Uji Validitas	35
3.5.2 Uji Reliabilitas	36
3.5.3 Uji Daya Pembeda.....	36
3.5.4 Uji Tingkat Kesukaran	37
3.5.5 Pengambilan Keputusan Instrumen.....	37
3.6 Prosedur Penelitian.....	40
3.6.1 Tahap Pra-Pelaksanaan Penelitian	40
3.6.2 Tahap Pelaksanaan Penelitian	41
3.6.3 Tahap Pasca-Pelaksanaan Penelitian.....	46
3.7 Analisis Data	47
3.7.1 Analisis Data Keterampilan Multirepresentasi Siswa.....	47
3.7.2 Analisis Data Respons Penggunaan Media Pembelajaran Berbasis Mikrokontroler	50
3.8 Alur Penelitian.....	52

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	53
4.1 Keterampilan Multirepresentasi Siswa Secara Keseluruhan Pada Materi Sistem Saraf Sebelum dan Sesudah Diberikan Perlakuan	53
4.2 Keterampilan Multirepresentasi Siswa pada Materi Sistem Saraf Sebelum dan Sesudah Diberikan Perlakuan Berdasarkan Kategori Representasi. ..	67
4.2.1 Kategori Representasi Visual	67
4.2.2 Kategori Representasi Verbal	75
4.2.3 Kategori Representasi Tabel	81
4.2.4 Kategori Representasi Grafik	85
4.3 Kuesioner Respons Penggunaan Media 3D Berbasis Mikrokontroler	92
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	99
5.1 Simpulan Penelitian	99
5.2 Implikasi Penelitian	100
5.3 Rekomendasi Penelitian	101
DAFTAR PUSTAKA	103
LAMPIRAN	108

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Desain Penelitian <i>Pre-experimental One Group Pretest-Posttest Design</i>	26
Tabel 3.2	Kategori Keterampilan Multirepresentasi Siswa.....	30
Tabel 3.3	Kisi-kisi <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	31
Tabel 3.4	Kisi-kisi Respons Siswa terhadap Penggunaan Media Pembelajaran Berbasis Mikrokontroler	33
Tabel 3.5	Skor Kuesioner Skala <i>Likert-4</i> poin.....	35
Tabel 3.6	Kriteria Validitas Butir Soal	36
Tabel 3.7	Kriteria Reliabilitas Butir Soal	36
Tabel 3.8	Indeks Daya Butir Pembeda	37
Tabel 3.9	Indeks Tingkat Kesukaran	37
Tabel 3.10	Klasifikasi Kualitas Butir Soal	38
Tabel 3.11	Hasil Pengambilan Keputusan Instrumen	39
Tabel 3.12	Tahap Pelaksanaan Penelitian.....	42
Tabel 3.13	Kriteria Keterampilan Multirepresetasi	47
Tabel 3.14	Klasifikasi Skor <i>N-gain</i>	49
Tabel 3.15	Perhitungan <i>Effect Size Cohen's d</i>	50
Tabel 3.16	Kategori <i>Effect Size Cohen's d</i>	50
Tabel 3.17	Kategori Rentang Nilai Kuesioner.....	51
Tabel 4.1	Hasil Analisis Statistik Deskriptif Keterampilan Multirepresentasi Siswa.....	54
Tabel 4.2	Hasil Analisis Statistik Inferensial Keterampilan Multirepresentasi Siswa...	55
Tabel 4.3	Hasil <i>N-gain</i> Keterampilan Multirepresentasi Siswa Pada Setiap Kategori Representasi.....	56
Tabel 4.4	Persentase Peningkatan Keterampilan Multirepresentasi Siswa Secara Keseluruhan.....	57
Tabel 4.5	Peningkatan Keterampilan Multirepresentasi Siswa Pada Setiap Kategori Representasi.....	59
Tabel 4.6	Hasil Analisis <i>Effect Size</i> Keterampilan Multirepresentasi Siswa.....	61
Tabel 4.7	Analisis Ketuntasan Belajar Siswa Berdasarkan Nilai Posttest Keterampilan Multirepresentasi	63
Tabel 4.8	Rekapitulasi Hasil Kuesioner Respons Penggunaan Media 3D Berbasis Mikrokontroler.....	93

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1:	Model Sel Saraf (Neuron).....	13
Gambar 2.2:	Model Penampang Gerak Refleks.....	14
Gambar 2.3:	Struktur Umum Sel Saraf (Neuron)	20
Gambar 2.4:	Alur Gerak Sadar	22
Gambar 2.5:	Alur Gerak Refleks	23
Gambar 2.6:	Tahap Polarisasi.....	23
Gambar 2.7:	Potensial Aksi	24
Gambar 2.8:	Tahap Depolarisasi	24
Gambar 2.9:	Tahap Repolarisasi	25
Gambar 3.1:	Alur Penelitian.....	52
Gambar 4.1:	Grafik Nilai Rata-rata Keterampilan Multirepresentasi Siswa Secara Rata-rata.....	55
Gambar 4.2:	Grafik Nilai Rata-rata Keterampilan Multirepresentasi Siswa Untuk Setiap Kategori Representasi.....	61
Gambar 4.3:	Grafik Nilai Rata-rata Indikator Keterampilan Representasi Visual	68
Gambar 4.4:	Contoh Soal Representasi Gambar	69
Gambar 4.5:	Contoh Jawaban Representasi Gambar Siswa Sebelum Perlakuan	69
Gambar 4.6:	Contoh Jawaban Representasi Gambar Siswa Setelah Perlakuan	70
Gambar 4.7:	Contoh Jawaban Representasi Gambar Siswa Berinisial FR Sesudah Perlakuan.....	71
Gambar 4.8:	Contoh Soal Representasi Bagan Alir.....	71
Gambar 4.9:	Contoh Jawaban Representasi Bagan Alir Siswa Sebelum Perlakuan	72
Gambar 4.10:	Contoh Jawaban Representasi Bagan Alir Siswa Sesudah Perlakuan	73
Gambar 4.11:	Grafik Nilai Rata-rata Indikator Keterampilan Representasi Verbal.....	76
Gambar 4.12:	Contoh Soal Representasi Verbal	78
Gambar 4.13:	Contoh Soal Representasi Tabel	82
Gambar 4.14:	Grafik Nilai Rata-rata Indikator Keterampilan Representasi Tabel	82
Gambar 4.15:	Contoh Jawaban Representasi Tabel Sebelum Perlakuan	83
Gambar 4.16:	Contoh Jawaban Representasi Tabel Sesudah Perlakuan	84
Gambar 4.17:	Contoh Soal Representasi Grafik.....	86
Gambar 4.18:	Contoh Jawaban Representasi Grafik Sebelum Perlakuan	86
Gambar 4.19:	Contoh Jawaban Representasi Grafik Sesudah Perlakuan.....	88
Gambar 4.20:	Grafik Nilai Rata-rata Indikator Keterampilan Representasi Grafik	89
Gambar 4.21:	Contoh Jawaban Representasi Grafik Sesudah Perlakuan.....	90
Gambar 4.22:	Grafik Hasil Kuesioner Respons Siswa Terhadap Penggunaan Media 3D Berbasis Mikrokontroler Berdasarkan Aspek	98

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Modul Ajar Sistem Saraf.....	109
Lampiran 2.	Instrumen Soal Kemampuan Multirepresentasi.....	123
Lampiran 3.	Instrumen Kuesioner Respons Siswa	127
Lampiran 4.	LKPD 1 (Struktur dan Fungsi Sel Saraf).....	130
Lampiran 5.	LKPD 2 (Mekanisme Penghantaran Impuls).....	132
Lampiran 6.	LKPD 3 (Mekanisme Gerak Sadar dan Refleks).....	136
Lampiran 7.	Rekapitulasi Hasil Jawaban Soal Keterampilan Multirepresentasi	139
Lampiran 8.	Rekapitulasi Hasil Jawaban Kuesioner Respons Siswa	141
Lampiran 9.	Hasil Pengolahan Statistika Soal <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Keterampilan Multirepresentasi Siswa	142
Lampiran 10.	Analisis Pengembangan Instrumen	144
Lampiran 11.	Contoh Jawaban Soal Keterampilan Multirepresentasi	145
Lampiran 12.	Contoh Jawaban LKPD 1 Siswa	153
Lampiran 13.	Contoh Jawaban LKPD 2 Siswa	156
Lampiran 14.	Contoh Jawaban LKPD 3 Siswa	159
Lampiran 15.	Surat Izin Penelitian	162
Lampiran 16.	Surat Keterangan Telah Melaksanakan Penelitian	163
Lampiran 17.	Surat Judgement Instrumen Penelitian	164
Lampiran 18.	Dokumentasi Kegiatan <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>.....	165
Lampiran 19.	Dokumentasi Kegiatan Pembelajaran Pertemuan Pertama	166
Lampiran 20.	Dokumentasi Kegiatan Pembelajaran Pertemuan Kedua.....	167
Lampiran 21.	Dokumentasi Kegiatan Pembelajaran Pertemuan Ketiga	168
Lampiran 22.	Dokumentasi Kegiatan Pembelajaran Pertemuan Keempat.....	169
Lampiran 23.	Dokumentasi Foto Bersama	170
Lampiran 24.	Dokumentasi Perbaikan Media Pembelajaran	171
Lampiran 25.	Dokumentasi Uji Coba Instrumen Penelitian	172

DAFTAR PUSTAKA

- Addawiyah, A. Al, & Basuki, B. (2022). Kemampuan Representasi Matematis Siswa dalam Menyelesaikan Soal Himpunan dan Kemandirian Belajar. *Plusminus: Jurnal Pendidikan Matematika*, 2(1), 111–120. <https://doi.org/10.31980/plusminus.v2i1.1581>
- Ainsworth, S. (2006). DeFT: A Conceptual Framework for Considering Learning with Multiple Representations. *Learning and Instruction*. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.03.001>
- Amaliyah, M., Suardana, I. N., & Selamat, K. (2021). Analisis Kesulitan Belajar dan Faktor-Faktor Penyebab Kesulitan Belajar IPA Siswa SMP Negeri 4 Singaraja. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Sains Indonesia (JPPSI)*, 4(1), 90–101. <https://doi.org/10.23887/jppsi.v4i1.33868>
- Andersson, M., Boateng, K., & Abos, P. (2024). Validity and Reliability: The extent to which Your Research Findings Are Accurate and Consistent. *ResearchGate*, September. <https://www.researchgate.net/publication/384402476>
- Arikunto, S. (2013). *Prosedur Penelitian Suatu Pendidikan Praktik*. Rineka Citra, Jakarta.
- Arsyad, A. (2021). *Media Pembelajaran*. PT. Raja Grafindo Persada.
- Astuti, Y. W. (2013). Bahan Ajar Fisika SMA dengan Pendekatan Multi Representasi. *Jurnal Pendidikan Sains*, 1, 382–389.
- Azhari, R. P., & Nurita, T. (2021). Penerapan Model Pembelajaran *Discovery Learning* untuk Meningkatkan Keterampilan Komunikasi Siswa. *Pensa E-Jurnal : Pendidikan Sains*, 9(3), 386–393.
- Azjunia, A. R., Komariah, M., & Setiawan, S. (2024). The Impact of Using 3D Simulator on Learning Motivation of Nursing Students. *Journal of Nursing Care*, 7(1), 1. <https://doi.org/10.24198/jnc.v7i1.44871>
- Chori'ah, S. M., Hadi, W. P., Yuniasti, A., Wulandari, R. A. Y., Putra, D. B. R. A., & Sutarja, M. C. (2023). Analisis Kemampuan Multirepresentasi Siswa Berdasarkan Gaya. *Jurnal Natural Science Educational Research*, 6(2), 39–54.
- Çimer, A. (2012). What Makes Biology Learning Difficult and Effective: *Students' views*. 7(3), 61–71. <https://doi.org/10.5897/ERR11.205>
- Clark, J. M., & Paivio, A. (1991). Dual Coding Theory and Education. *Educational Psychology Review*, 3(3), 149–210. <https://doi.org/10.1007/BF01320076>
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.
- Daryanto. (2015). *Media Pembelajaran*. Satu Nusa.
- Dufresne, R. J., Gerace, W. J., & Leonard, W. J. (1997). Solving Physics Problems with Multiple Representations. *The Physics Teacher*, 35(5), 270–275. <https://doi.org/10.1119/1.2344681>
- Ertikanto, C., Rosidin, U., Distrik, I. W., Yuberti, Y., & Rahayu, T. (2018). Comparison of Mathematical Representation Skill and Science Learning Result in Classes with Problem-based and Discovery Learning Model. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(1), 106–113. <https://doi.org/10.15294/jpii.v6i2.9512>
- Evagorou, M., Erduran, S., & Mäntylä, T. (2015). The Role of Visual

- Representations in Scientific Practices: From Conceptual Understanding and Knowledge Generation to 'Seeing' How Science Works. *International Journal of STEM Education*, 2(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s40594-015-0024-x>
- Fadia Rahmani, A. (2024). *Penggunaan Diferensiasi Media Audiovisual Terhadap Kemampuan Representasi Siswa SMA pada Materi Perubahan Lingkungan*. (Skripsi) Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung. <https://repository.upi.edu/122785/>
- Festiyed, Daulay, H., & Ridhatullah, M. (2023). Influence of Interactive Multimedia Teaching Materials on Cognitive Learning Outcomes of Students in Science Lessons: A Meta-Analysis. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(8), 387–396. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i8.2693>
- Few, S. (2005). Show Me the Numbers Designing Tables & Graphs to Enlighten Data visualization for enlightening communication. 510, 128.
- Gibbons, P. (2002). *Scaffolding language, scaffolding learning samenvatting Claudia*.
- Hake, R. R. (1998). Interactive-Engagement Versus Traditional Methods: A Six-Thousand-Student Survey of Mechanics Test Data for Introductory Physics Courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74. <https://doi.org/https://doi.org/10.1119/1.18809>
- Herpiandi, W., Hidayat, O., & Sumarno, U. (2003). Analisis Kemampuan Siswa SMU dalam Mentranslasikan Data ke dalam Bentuk Grafik pada Konsep Ekologi. *Jurnal Pengajaran Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 4(1), 11–20. <https://doi.org/10.18269/jpmipa.v4i1.35617>
- Hotimah, K., Hadi, W. P., Ahied, M., Qomaria, N., & Sutarja, M. C. (2022). Analisis Kemampuan Multirepresentasi Siswa dalam Menyelesaikan Soal Pesawat Sederhana Ditinjau dari Aspek Adversity Quotient. *Media Penelitian Pendidikan : Jurnal Penelitian Dalam Bidang Pendidikan Dan Pengajaran*, 16(2), 158–166. <https://doi.org/10.26877/mpp.v16i2.12716>
- Irawan, Prasetya, & Zainul, A. (2001). *Penilaian Hasil Belajar*. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta.
- Junaedi, A., Puspitasari, M. D. M., & Maulidina, M. (2021). Pengaruh (Intensor) Induktor Heater Menggunakan Thermal Sensor Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano Dalam Mengolah Logam. *Nusantara of Engineering (NOE)*, 4(2), 169–175. <https://doi.org/10.29407/noe.v4i2.16754>
- Kali, H. . (2005). *First-Year University Biology Students' Difficulties with Graphing Skills* (Issue January). University of the Witwatersrand, Johannesburg.
- Kohl, P. B., Rosengrant, D., & Finkelstein, N. D. (2007). Strongly and Weakly Directed Approaches to Teaching Multiple Representation Use in Physics. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 3(1), 1–10. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.3.010108>
- Koswojo, Jane; Kusairi, Sentot; Sutopo; Supriana, E. (2024). Improving Representational Competence in Physics Education: A Systematic Review and Future Research Directions. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 25(4). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23960/jpmipa/v25i4.pp1906-1924>

- Kozma, R. (2003). The Material Features of Multiple Representations and Their Cognitive and Social Affordances for Science Understanding. *Learning and Instruction*, 13(2), 205–226. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(02\)00021-X](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0959-4752(02)00021-X)
- Kristanto, A. (2016). *Media Pembelajaran*. Bintang Sutabaya, 1–129.
- Kurdhi, N. A. (2023). *Statistika Nughthoh Arfawi Kurdhi, M.Sc., Ph.D Department of Mathematics FMIPA UNS*. 1–7.
- Ladisa, S., Rahmat, A., & Supriatno, B. (2020). Analisis Kemampuan Representasi Visual Dan Representasi Verbal Mahasiswa Pada Materi Morfologi Tumbuhan Serta Hubungannya Dengan Kemampuan Visual dan Kemampuan Verbal Umum. *Jurnal Psikologi Jambi*, 5(1), 43–49. <https://doi.org/10.22437/jpj.v6ijuli.11745>
- Laras Widianingtyas, Drs. Siswoyo, M.Pd., Fauzi Bakri, S.Pd, M. P. (2015). *Pengaruh Pendekatan Multirepresentasi Dalam Pembelajaran Fisika Terhadap Kemampuan Kognitif Siswa SMA*. (Skripsi). Univeristas Negeri Jakarta. <http://repository.unj.ac.id/id/eprint/28601>
- Lina, E. (2024). Implementasi Problem Based Learning Berbantuan Media Pembelajaran Inovatif untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Holistika*, 8(2), 88–98. <https://doi.org/10.24853/holistika.8.2.88-98>
- Maria, M. S., Nurmaningsih, & Haryadi, R. (2021). Analisis Kemampuan Representasi Matematis Siswa pada Materi Penyajian Data. *Jurnal Riset Rumpun Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 1(1), 40–49.
- Maridi, Suciati, & Permata, B. M. (2019). Peningkatan Keterampilan Komunikasi Lisan dan Tulisan Melalui Model Pembelajaran Problem-based Learning pada Siswa Kelas X SMA. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 12(2), 182–188. <https://doi.org/10.20961/bioedukasi-uns.v>
- Medan, P. S. P. B. P. U. N. (2019). "Inovasi Pembelajaran dan Penelitian Biologi Berbasis Kearifan Lokal dalam Meraih Peluang Revolusi Industri 4.0." Dalam D. T. Harahap, Dr. Fauziah, Gultom (Ed.), *Prosiding Seminar Nasional V Workshop Biologi dan Pembelajarannya*. Universitas Negeri Medan.
- Mishra, P., Pandey, C. M., Singh, U., Gupta, A., Sahu, C., & Keshri, A. (2019). Descriptive Statistics and Normality Tests for Statistical Data. *Annals of Cardiac Anaesthesia*, 22(1), 67–72. https://doi.org/10.4103/aca.ACA_157_18
- Moto, M. M. (2019). Pengaruh Penggunaan Media Pembelajaran dalam Dunia Pendidikan. *Indonesian Journal of Primary Education*, 3(1), 20–28. <https://doi.org/10.17509/ijpe.v3i1.16060>
- Munawar, Jumarddin La Fua, A. K. H. (2020). Efektivitas Penggunaan Media Alat Peraga Terhadap Tingkat Pemahaman Siswa pada Materi Sistem Ekskresi di SMA Negeri 1 Watopute. *Kulidawa*, 1(2), 64–67.
- Munawar, M., La Fua, J., Kadir, A., & Halmuniati, H. (2020). Efektivitas Penggunaan Media Alat Peraga Terhadap Tingkat Pemahaman Siswa pada Materi Sistem Ekskresi di SMA Negeri 1 Watopute. *Kulidawa*, 1(1), 6. <https://doi.org/10.31332/kd.v1i1.1802>
- National Council of Teachers of Mathematics, (Ed.). (2000). *Principles and standards for school mathematics*. National Council of Teachers of

Mathematics.

- Nggala Dehi, S., Makaborang, Y., & Rambu Hada Enda, R. (n.d.). Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning Berbantuan Media 3 Dimensi Terhadap Hasil Belajar Siswa Materi Sistem Peredaran Darah Manusia Kelas VIII SMP Negeri 3 Waingapu. *Eduproxima: Jurnal Ilmiah Pendidikan IPA* <http://jurnal.stkippgritulungagung.ac.id/index.php/eduproxima>
- Nurmala, S., & Adirakasiwi, A. G. (2019). "Analisis Kemampuan Representasi Matematis Dan Kepercayaan Diri Siswa." *Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika Sesiomadika*, 468–475.
- Nurohman. (2011). *Penerapan Pendekatan Konstruktivisme Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Pada Pembelajaran IPA Tentang Perkembangbiakan Hewan dan Tumbuhan di Kelas VI SDPN Sabang Kota Bandung*. (Skripsi). Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung. <http://repository.upi.edu/id/eprint/111400>
- Prabowo, D. M., & Wulandari, D. (2018). Development of 3dimensional Diorama in The Natural Cience Learning Especially Lesson of Ekosistemfor Grade V Students. *Jurnal Elementary School Teacher UNNES*, 2(2), 110–115.
- Quillin, K., & Thomas, S. (2015). Drawing-to-learn: A Framework for Using Drawings to Promote Model-Based Reasoning in Biology. *CBE Life Sciences Education*, 14(1), 1–16. <https://doi.org/10.1187/cbe.14-08-0128>
- Redhana, I. W. (2019). Mengembangkan Keterampilan Abad Ke-21 Dalam Pembelajaran Kimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 13(1).
- Riswanto, D. (2017). Peningkatan Kemampuan Siswa Menulis Teks Deskriptif Dengan Menggunakan Model Pembelajaran Think Talk and Write. *Diksatrasi : Jurnal Ilmiah Pendidikan Bahasa Dan Sastra Indonesia*, 1(2), 87. <https://doi.org/10.25157/diksatrasi.v1i2.585>
- Rohmatulloh, G., Fakhirah Siregar, N., Widodo, A., & Artikel, I. (2022). Inovasi Media Pembelajaran 3 Dimensi Berbasis Teknologi pada Pembelajaran Biologi (Technology-Based 3 Dimensional Learning Media Innovation in Biology Learning). *BIODIK: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*, 08(04), 139–146. <https://online-journal.unja.ac.id/biodik>
- Rosaly, R., & Prasetyo, A. (2020). Flowchart Beserta Fungsi dan Simbol-Simbol. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 2(3), 5–7.
- Sabirin, M. (2014). Representasi dalam Pembelajaran Matematika. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 1(2), 33. <https://doi.org/10.18592/jpm.v1i2.49>
- Sani, Yulia; Sari, Novi Fitriandika; Harahap, R. D. (2019). *Analisis Kesulitan Belajar Siswa pada Materi Biologi*. 1(3), 13–20.
- Sarkawi. (2017). Peningkatan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa Melalui Perangkat Pembelajaran Multi Representasi Di Sekolah Menengah Atas. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran* (Vol. 6). Pendidikan Matematika FKIP Untan.
- Sawilowsky, S. S. (2009). Very Large and Huge Effect Sizes. *Journal of Modern Applied Statistical Methods*, 8(2), 597–599. <https://doi.org/10.22237/jmasm/1257035100>
- Setyawan, D. A. (2021). *Buku Petunjuk Praktikum-Uji Normalitas dan Homogenitas Data dengan SPSS*. Penerbit Tahta Media (Grup Penerbitan Cv

- TahtaMediaGroup)(IssueJuly).<https://www.researchgate.net/publication/350480720>
- Siti Sapuroh. (2010). Analisis Kesulitan Belajar Siswa Dalam Memahami Konsep Biologi Pada Konsep Monera.
- Spence, I., & Lewandowsky, S. (1991). Displaying Proportions and Percentages. *Applied Cognitive Psychology*, 5(1), 61–77. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/acp.2350050106>
- Subali, B., Rusdiana, D., Firman, H., & Kaniawati, I. (2015). "Analisis Kemampuan Interpretasi Grafik Kinematika pada Mahasiswa Calon Guru Fisika. *Prosiding Simposium Nasional Inovasi Dan Pembelajaran Sains 2015*, 2015(Snips), 269–272.
- Sudjana, N., Rivai, A. (2017). *Media Pengajaran*. CV Sinar Baru.
- Sugiyono. (2007). *Statistika untuk Penelitian*. Alfabeta.
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif dan R&D*. Alfabeta.
- Sukarelawan, M. I., Indratno, T. K., & Ayu, S. M. (2024). *N-Gain vs Stacking*.
- Susilaningsih, E., Drastisianti, A., Lastri, Kusumo, E., & Alighiri, D. (2019). The Analysis of Concept Mastery using Redox Teaching Materials with Multiple Representation and Contextual Teaching Learning Approach. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(4), 475–481. <https://doi.org/10.15294/jpii.v8i4.18072>
- Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. (2019). Cognitive Architecture and Instructional Design: 20 Years Later. *Educational Psychology Review*, 31(2), 261–292. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09465-5>
- Syamsurizal, M. (2024). *Pengaruh Multimedia Pembelajaran Interaktif Terhadap Penguasaan Konsep Siswa SMA Pada Materi Sistem Saraf*. (Skripsi) Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung. <http://repository.upi.edu/id/eprint/124343>
- Tamyiz, M., Ismet, & Yusup, M. (2020). Analisis Kemampuan Siswa dalam Membuat Grafik Pada Pokok Bahasan Kinematika di SMA N 1 Indralaya. *Jurnal Literasi Pendidikan Fisika*, 1(02), 145–151. <https://doi.org/10.30872/jlpf.v1i2.263>
- Tortora, G. J., & Derrickson, B. H. (2011). Principles of Anatomy and Physiology (Tortora, Principles of Anatomy and Physiology). In *John Wiley & Sons Incorporated*. <https://repository.poltekkes-kaltim.ac.id/1158/>
- Valentino, A., Buwono, S., & Aminuyati. (2013). *Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Hasil Belajar Siswa Mata Pelajaran Akuntansi Jurusan Akuntansi di SMK*. (Skripsi). *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Khatulistiwa*, 2(9), 1–10. jurnal.untan.ac.id/index.php/jpdpb/article/view/3241
- Wangi, S. R., Winarti, E. R., & Kharis, M. (2016). Unnes Journal of Mathematics Education Penerapan Model Pembelajaran CTL Dengan Strategi React Belajar Info Artikel Abstrak. *Unnes Journal of Mathematics Education (UJME)*, 5(1), 1–7.
- Wijaya, H. (2016). Peningkatan Kemampuan Penalaran dan Representasi Siswa Melalui Pembelajaran Pendekatan Open-Ended. (Tesis). Sekolah Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Subang. In *Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar: Vol. II*. <https://doi.org/https://doi.org/10.36989/didaktik.v2i1.35>