



Analisis Hasil Belajar Peserta Didik Melalui Media Visualisasi Geometri Molekul Berbasis *Mobile Virtual Reality* (MVR)



Ainun Nisa, Kusumawati Dwiningsih*

Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia

*Email: kusumawatidwiningsih@unesa.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.33369/pendipa.6.1.135-142>

ABSTRACT

Many students fail in learning molecular geometry due to low visuospatial abilities. This study discusses this problem by reviewing more deeply the problems experienced by students concerning three aspects of visuospatial abilities, namely aspects of mental rotation, spatial orientation, and visualization. The application of visuospatial abilities can be supported by the existence of learning media that can increase students' understanding of the material that requires high visualization skills. Visualization media based on Mobile Virtual Reality (MVR) are needed as educational tools in improving students' understanding of certain materials. This research aims to determine the improvement of student learning outcomes through visualization media based on Mobile Virtual Reality (MVR). The design in this study was a one group pretest-posttest design. The results showed that many students had problems in the visualization aspect. However, after the application of visuospatial ability on the molecular geometry visualization media based on MVR, the results were obtained with the interpretation of N-gain with a range of 0.5-1 with the medium to the highest category. This study ensures that there is an increase in student learning outcomes after the application of visuospatial abilities on visualization media based on MVR.

Keywords: molecular geometry; mobile virtual reality; learning outcomes; visuospatial ability.

ABSTRAK

Banyak peserta didik gagal dalam pembelajaran geometri molekul yang disebabkan oleh rendahnya kemampuan visuospasial. Penelitian ini membahas masalah tersebut dengan mengulas lebih dalam permasalahan yang dialami peserta didik dengan acuan tiga aspek dari kemampuan visuospasial yakni aspek rotasi mental, orientasi spasial, dan visualisasi. Pengaplikasian kemampuan visuospasial dapat ditunjang dengan adanya media pembelajaran yang mampu untuk meningkatkan pemahaman peserta didik pada materi yang membutuhkan kemampuan visualisasi tinggi. Media visualisasi berbasis *Mobile Virtual Reality* (MVR) dibutuhkan sebagai *tools* edukasi dalam meningkatkan pemahaman peserta didik pada materi tertentu. Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui peningkatan hasil belajar peserta didik melalui pengaplikasian media visualisasi geometri molekul berbasis MVR. Desain pada penelitian ini adalah *one group pretest-posttest design*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peserta didik banyak memiliki masalah pada aspek visualisasi. Namun, setelah pengaplikasian kemampuan visuospasial pada media visualisasi geometri molekul berbasis MVR didapatkan hasil belajar dengan interpretasi N-gain dengan rentang sebesar 0.5-1 dengan kategori sedang sampai tertinggi. Penelitian ini memastikan bahwa adanya peningkatan dari hasil belajar peserta didik setelah pengaplikasian kemampuan visuospasial pada media visualisasi geometri molekul berbasis MVR.

Kata kunci: geometri molekul; *mobile virtual reality*; hasil belajar; kemampuan visuospasial.

PENDAHULUAN

Salah satu fokus keilmuan dalam pengajaran dan pembelajaran kimia adalah 'triple' bahwa pemahaman kimia melibatkan beberapa konsep

materi dengan pemahaman level makroskopik, submikroskopik dan simbolis (Taber, 2017). Ilmu kimia dapat membantu menjelaskan fenomena yang dapat diamati seperti peristiwa

pembakaran dan fenomena teoritis seperti oksidasi. Bukan hanya itu kimia juga dituntut dapat menjelaskan fenomena teoritis yang bersifat abstrak seperti pada tingkat molekuler (submikroskopik) (Tuvi-Arad & Blonder, 2019). Konsep dasar seperti struktur atom, ikatan kimia, stoikiometri, hidrokarbon, dan reaksi redoks merupakan topik yang membutuhkan pemahaman lebih (Samon & Levy, 2020). Karena memiliki beberapa teoritis abstrak yang membutuhkan analisis tingkat submikroskopik atau yang tidak bisa diamati (Adytia & Dwiningsih, 2018). Terutama pada materi dasar ikatan kimia yakni pada sub materi geometri molekul yang memerlukan daya bayang ruang dan visualisasi representasi molekul (Bernholt et al., 2019; Sabekti et al., 2014).

Memahami geometri molekul sangat penting dalam kimia. Geometri molekul ulir dapat diukur dan dipelajari menggunakan berbagai metode, termasuk metode spektroskopi, metode difraksi, dll (Jonathan, 2001). Tetapi menyajikan data ini dalam bentuk yang jelas dan tidak ambigu dapat menjadi tantangan utama. Seringkali yang menjadi pertanyaan adalah bagaimana menampilkan struktur tiga dimensi dari molekul pada media dua dimensi, seperti kertas atau layar komputer. Untuk molekul yang sangat sederhana, pemodelan stereokimia dari struktur Lewis atau simbol dari gambar mungkin cukup untuk dipahami. tetapi keduanya menjadi tidak praktis bila digunakan untuk struktur yang lebih besar seperti protein. Perangkat lunak atau pemodelan molekul dapat mengatasi masalah dengan memungkinkan pengguna untuk memutar, memperbesar dan sering memodifikasi model molekul dengan demikian pengguna bisa memeriksa struktur secara lebih rinci (Pietikäinen, 2018).

Kajian geometri molekul meliputi ikatan antar molekul, panjang ikatan dan sudut ikatan yang bersifat abstrak atau tidak dapat dilihat dengan panca indera, tetapi dapat dipelajari secara teoritis (Apecawati et al., 2015; Ilyasa, Deiya Gama. & Dwiningsih, 2020). Berdasarkan hasil pra-studi, 74,4% peserta didik menanggung kesulitan untuk mengerti materi mengenai geometri molekul, 53,7% peserta didik menjawab salah pada aspek simetri molekul, 69,6% peserta didik menjawab salah pada aspek rotasi molekul, dan 60% peserta didik menjawab

salah pada aspek translasi, 69,6% menjawab salah pada aspek visualisasi molekul, dan 75,3% peserta didik menjawab salah dalam menentukan jumlah molekul yang terikat. Untuk memahami materi geometri molekul, peserta didik harus mempunyai keterampilan representasional. Kemampuan representasional ialah kemampuan dalam memvisualisasikan hal-hal yang tidak dapat *dilihat* atau disentuh (Sujak et al., 2018). Terdapat hubungan positif antara kemampuan visuospasial dengan hasil belajar materi yang membutuhkan kemampuan dalam imajinasi objek spasial seperti geometri molekul (Mardiyah et al., 2017).

Kemampuan visuospasial adalah kemampuan untuk memahami atau mengenali posisi suatu bentuk atau objek (Aini et al., 2020). Indikator kemampuan visuospatial meliputi adanya kegiatan langsung yang berkaitan dengan proses visual seperti fokus, resolusi, warna, rotasi, dan ilusi optik (Ainyn & Dwiningsih, 2021). Kemampuan visuospasial terdiri dari tiga aspek yakni visualisasi, rotasi mental, dan orientasi spasial (Roca-González et al., 2017). Salah satu keistimewaan kemampuan visuospasial adalah termasuk dalam Multiple Intelligence yang berpengaruh dalam prestasi peserta didik dibidang Science, Technology, Engenering, dan Mathematics (STEM) (Cole et al., 2018; Harle & Towns, 2011; Roca-González et al., 2017). Dengan penguasaan kemampuan visuospasial peserta didik akan lebih mudah mengerti materi mengenai geometri molekul yang memiliki korelasi dengan indikator kemampuan visuospasial.

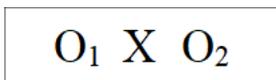
Mobile virtual reality (MVR) merupakan salah satu media pembelajaran yang dikembangkan oleh banyak negara maju. MVR adalah teknologi virtual reality (VR) yang dijalankan pada smartphone dengan fitur dapat menggabungkan visualisasi 3D 360° dengan realitas nyata (Fung et al., 2019; Saker & Frith, 2019). MVR dapat meningkatkan motivasi belajar siswa melalui elemen pembelajaran yang bermakna karena memanfaatkan teknologi baru (Tuvi-Arad & Blonder, 2019). Penggunaan media pembelajaran sangat disarankan sebagai bantuan fisik dan non fisik dan perantara pemahaman topik yang lebih efektif dan efisien antara guru dan peserta didik (Sakinah & Dwiningsih, 2018). Selain itu penggunaan

teknologi MVR di bidang pendidikan berdasarkan penelitian (Meyer et al., 2019) memiliki potensi sebagai teknologi pendidikan yang bisa mengembangkan serta meningkatkan hasil belajar dan motivasi peserta didik.

Berdasarkan latar belakang diatas peneliti mengambil judul Analisis Hasil Belajar Peserta Didik melalui Media Visualisasi Geometri Molekul Berbasis *Mobile Virtual Reality* (MVR). Dimana peneliti tertarik untuk menganalisis pengaruh pengaplikasian kemampuan visuospasial pada media visualisasi geometri molekul berbasis MVR terhadap hasil belajar oleh peserta didik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah jenis penelitian dengan Desain *one group pretest-posttest design* menurut Sugiyono (2013), yakni sebagai berikut:



Keterangan:
 O₁ = skor/nilai *pretest*
 O₂ = skor/nilai *posttest*
 X = perlakuan

Gambar 1. Desain Penelitian *one group pretest-posttest design* (Sugiyono, 2013).

Pengaruh pengaplikasian kemampuan visuospasial dapat dilihat dari peningkatan hasil belajar. Hasil belajar dapat dikatakan meningkat apabila nilai n-gain $\geq 0,7$ dengan kriteria tinggi atau $0,7 > g \geq 0,3$ dengan kriteria sedang dari hasil interpretasi skor N-gain pada Tabel 1 (Hake, 1998).

Responden pada penelitian ini yakni 12 peserta didik SMA kelas X yang memiliki kemampuan visuospasial rendah hingga tinggi yang masuk pada kriteria usia *operasional formal* yakni 11 tahun-dewasa. Berdasarkan teori piaget, usia tersebut dikategorikan mampu mengoprasikan media pada *android* yang mirip dengan dengan MVR (Marinda, 2020). Instrument yang dipakai pada penelitian ini yaitu lembar hasil belajar berupa *pretest* dan *posttest*, kemudian hasil dari *pretest* dan *posttest* tersebut akan dirubah menjadi nilai N-gain dengan rumus:

$$g = \frac{S_{post} - S_{pre}}{S_{max} - S_{pre}}$$

Dengan g = nilai gain, S_{post} = nilai *posttest*, S_{pre} = nilai *pretest*, S_{max} = nilai maksimal (Hake, 1998).

Tabel 1. Interpretasi Nilai N-gain

Skor N-gain g	Kategori
$g \geq 0,7$	Tinggi
$0,7 > g \geq 0,3$	Sedang
$g < 0,3$	Kurang

HASIL DAN PEMBAHASAN

Media visualisasi geometri molekul berbasis *mobile virtual reality* (MVR) merupakan media pembelajaran kimia dengan format *.apk* 34 MB yang dapat digunakan pada *smarthphone* minimal dengan tipe 4.0 (*ice cream sandwich*) secara *offline*. Media ini menyuguhkan ilustrasi geometri molekul 3D dengan fitur *virtual reality* yang mampu memvisualisasikan molekul dalam representasi mikroskopik dan simbolik dan dilengkapi dengan pengaplikasian kemampuan visuospasial. Hal tersebut bertujuan guna memudahkan peserta didik untuk memahami materi pembelajaran geometri molekul. Sebelum melakukan uji coba, media ini terlebih dahulu di uji validitas dan sudah dikategorikan sangat valid dengan persentase 89,92% menurut para ahli materi dan media. Adapun tampilan media visualisasi dengan tambahan pengaplikasian kemampuan visuospasial pada Gambar 2.



Gambar 2. Visuospasial Pada Media Visualisasi Berbasis MVR

Pengaruh pengaplikasian kemampuan visuospasial pada media visualisasi geometri molekul berbasis MVR dapat diamati melalui

peningkatan hasil belajar peserta didik dapat dinilai dari data pretest dan posttest. Jumlah soal pretest dan posttest berjumlah 8 butir soal pilihan ganda 3 soal tercantum 1 indikator kemampuan visuospasial.

Peningkatan untuk hasil belajar dapat diukur dengan interpretasi nilai atau skor N-gain. Hasil

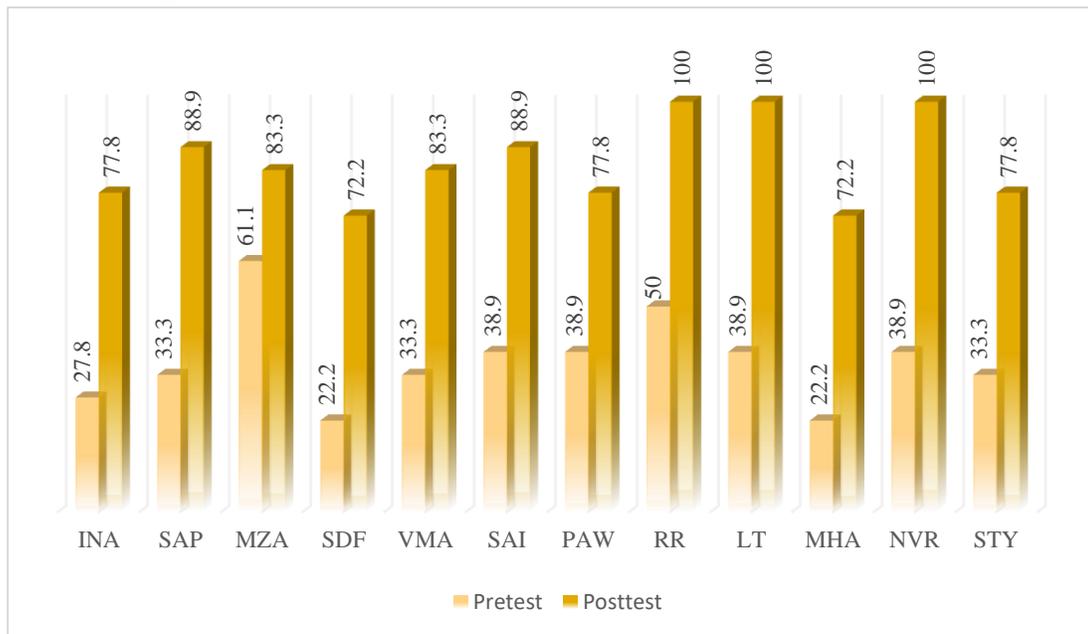
belajar dikatakan meningkat apabila nilai n-gain $\geq 0,7$ dengan kriteria tinggi atau $0,7 > g \geq 0,3$ dari kriteria sedang berdasarkan hasil interpretasi skor N-gain (Hake, 1998). Adapun Hasil belajar peserta didik ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Belajar Peserta Didik

No	Nama Siswa	Pretest	Posttest	N-gain	Kriteria
1	INA	27.8	77.8	0.54	Sedang
2	SAP	33.3	88.9	0.5	Sedang
3	MZA	61.1	83.3	0.57	Sedang
4	SDF	22.2	72.2	0.64	Sedang
5	VMA	33.3	83.3	0.83	Tinggi
6	SAI	38.9	88.9	0.82	Tinggi
7	PAW	38.9	77.8	0.55	Sedang
8	RR	50	100	1	Tinggi
9	LT	38.9	100	1	Tinggi
10	MHA	22.2	72.2	0.64	Sedang
11	NVR	38.9	100	1	Tinggi
12	STY	33.3	77.8	0.5	Sedang

Berdasarkan data pada Tabel 2 nilai N-gain yang diperoleh 12 peserta didik pada rentang 0.5-1 dengan kategori sedang-tinggi. Sehingga pengaplikasian kemampuan visuospasial pada media visualisasi geometri molekuler berbasis

MVR dikatakan efektif untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik pada materi geometri molekuler. Gambar 3 menampilkan grafik peningkatan hasil belajar peserta didik.



Gambar 3. Tingkatan Hasil Belajar Peserta Didik

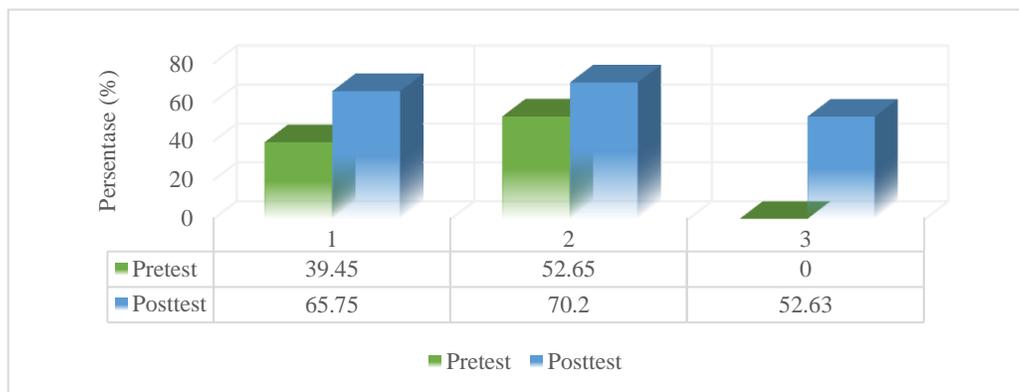
Analisis data peningkatan hasil belajar peserta didik bisa dilakukan untuk masing-masing indikator pertanyaan. Prosentase hasil belajar peserta didik untuk setiap indikator dapat diamati pada Gambar 4.

Berdasarkan Gambar 4. Persentase tes hasil belajar untuk setiap indikator yang tercantum pada pertanyaan *pretest* dan *posttest* yang dilakukan sebelum dan sesudah uji coba media visualisasi geometri molekul berbasis MVR. Indikator pada soal meliputi pengaplikasian kemampuan visuospasial yang mencakup 3 aspek yakni, visualisasi, rotasi mental, dan orientasi spasial (Donaghy & Saxton, 2012; Yuliyanto et al., 2020). Aspek tersebut di kombinasikan dengan materi geometri molekul pada media visualisasi berbasis MVR.

Aspek rotasi mental melibatkan rotasi suatu objek di bidang 2D ke dalam 3D (Harle &

Towns, 2011). Kemampuan membayangkan rotasi bentuk molekul 3D yang penting untuk menentukan pola molekul dan sifat *stereoisomer* molekul (Wu & Shah, 2004). Pada Gambar 5. tombol rotasi dapat digunakan untuk merotasi molekul 360° yang mendukung aspek rotasi mental. Pada soal tes nomor 7 dan 8 beracuan pada materi geometri molekul dengan meninjau aspek rotasi mental terjadi peningkatan pada hasil belajar dari 39,45% menjadi 65,75%.

Hasil *pretest* membuktikan bahwa 4 dari 12 peserta didik mampu menjawab benar pada soal nomor 7 dan 8. Hal tersebut terjadi sebelum penggunaan media yang dikembangkan, karena peserta didik masih kesulitan dalam merotasikan suatu bentuk molekul. Sedangkan pada hasil *posttest* menunjukkan 8 dari 12 peserta didik dapat menjawab dengan benar pada soal dengan aspek yang sama.



Gambar 4. Persentase Hasil Belajar Pada Setiap Aspek

Pada Gambar 5 juga dilengkapi dengan contoh senyawa, rumus struktur dan besar sudut molekul. Pada gambar tersebut menginterpretasikan bangun struktural dalam ruang 3D yang divisualisasikan dari proyeksi fischer (2D) yang tergolong pada aspek visualisasi. Aspek visualisasi merupakan komponen spatifigural seperti gerakan atau perpindahan bagian pada gambar, yang lebih kompleks yakni memvisualisasikan gambar 2D kedalam bentuk 3D yang dapat di rotasikan (Setyarini et al., 2010).

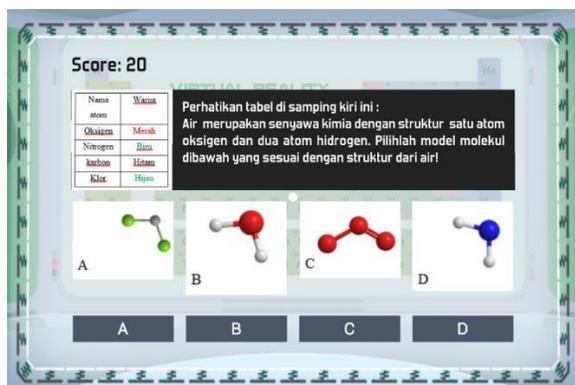
Aspek visualisasi diaplikasikan juga pada soal tes nomer 1 sampai 3 terjadi peningkatan dari 0% menjadi 52,63%. Hasil pretest menunjukkan tidak ada satupun dari 12 peserta didik menjawab dengan benar pada pertanyaan nomor 1 sampai 3. Hal tersebut terjadi sebelum

pengaplikasian kemampuan visuospasial pada media visualisasi geometri molekul berbasis MVR. Setelah dilakukan uji coba media yang dikembangkan, pada hasil soal posttest 7 dari 12 peserta didik bisa menjawab benar pada pertanyaan nomor yang sama. Hal tersebut terjadi karena peserta didik memiliki kemampuan visuospasial rendah menurut hasil pra-penelitian yang dilakukan sebelumnya.



Gambar 5. Rotasi Kemampuan Visuospasial Pada Media Visualisasi Berbasis MVR

Pada pengaplikasian aspek selanjutnya adalah aspek orientasi spasial dimana aspek yang dipakai melibatkan kemampuan guna membayangkan bagaimana suatu objek 3D dapat terlihat dari perspektif yang berbeda dengan melakukan reorientasi pengamat (Harle & Towns, 2011). Pada Gambar 6. dapat dilihat bahwa soal tersebut dibuat untuk pemahaman stereo isomer dengan aspek orientasi spasial.



Gambar 6. Orientasi Spasial kemampuan Visuospasial Pada Media Visualisasi Berbasis MVR

Efek *steric*, stereoisomer, dan polarisasi senyawa dapat mempengaruhi geometri molekul yang menyebabkan perubahan struktur molekul sehingga suatu senyawa memiliki sifat yang beragam. Jika peserta didik memahami hal tersebut maka peserta didik akan muda memahami reaksi substitusi yang terjadi (Adiska et al., 2020; Setyarini et al., 2010). Untuk memahami stereokimia peserta didik membutuhkan aspek orientasi spasial yang dapat diajarkan menggunakan soal seperti pada Gambar 6. Pada soal tes nomor 4 sampai 6 beracuan pada materi geometri molekul dengan meninjau aspek orientasi mental mengalami peningkatan pada hasil belajar dari 52,65% menjadi 70,2%.

Hasil *pretest* didapatkan bahwa 7 dari 12 peserta didik menjawab benar pada soal nomor 4 sampai 6. persoalan tersebut terjadi sebelum penggunaan media yang dikembangkan, karena peserta didik tidak meninjau materi tersebut dengan aspek orientasi mental yang dapat mempermudah dalam memahami materi geometri molekul. Sedangkan pada hasil *posttest* menunjukkan 9 dari 12 peserta didik mampu menjawab dengan benar pada soal dengan aspek yang sama.

Pengaplikasian kemampuan visuospasial pada media visualisasi geometri molekul berbasis MVR memberikan dampak peningkatan pada hasil belajar oleh peserta didik. Hal tersebut disebabkan karena pengaruh kemampuan visuospasial yang sangat tinggi pada pemahaman materi yang berhubungan dengan STEM seperti materi ikatan kimia khususnya geometri molekul. Hal ini juga didukung penelitian sebelumnya dimana dengan pemanfaatan perangkat yang tepat untuk menarik minat peserta didik akan membantu mempermudah penyerapan materi yang akan disampaikan (Revita, 2017).

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat dibuktikan bahwa pengaplikasian media visualisasi geometri molekul berbasis MVR mampu meningkatkan hasil belajar peserta didik. Dalam hasil tes diperoleh nilai interpretasi N-gain pada rentang 0,5 - 1 dengan kategori sedang sampai paling tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiska, D. N., Liliarsari, L., & Musthapa, I. (2020). Use Of 3d-Visualization Media In Nucleophilic Substitution Reaction Material To Improve Students' Concept Mastery. *JTK (Jurnal Tadris Kimiya)*, 5(2), 213–219. <https://doi.org/10.15575/jtk.v5i2.9820>.
- Adytia, P. F., & Dwiningsih, K. (2018). Developing Student Worksheet Oriented to Science Literacy in Chemical Bonding Matter to Train Student's Science Literacy Ability in Senior High School. In *atlantispress.com*. <https://www.atlantispress.com/proceedings/snk-18/25904379>
- Aini, A. N., Mukhlis, M., Annizar, A. M., Jakaria, M. H. D., & Septiadi, D. D. (2020). Creative thinking level of visual-spatial students on geometry HOTS problems. *Journal of Physics: Conference Series*, 1465, 12054. <https://doi.org/10.1088/17426596/1465/1/012054>
- Ainyn, Q., & Dwiningsih, K. (2021). Multimedia Interaktif dengan Penstimulasian Intelegensi Visual Spasial pada submateri Ikatan Kovalen. *JRPK: Jurnal Riset Pendidikan Kimia*, 10(2), 132–138. <https://doi.org/10.21009/jrpk.102.09>

- Apecawati, L. D., Sahputra, R., Hadi, L., & Kimia, P. (2015). *Hubungan Kecerdasan Visual-Spasial Dengan Kemampuan*. 2008, 1–11.
- Bernholt, S., Broman, K., Siebert, S., & Parchmann, I. (2019). Digitising Teaching and Learning – Additional Perspectives for Chemistry Education. *Israel Journal of Chemistry*, 59(6), 554–564. <https://doi.org/10.1002/ijch.201800090>
- Cole, M., Cohen, C., Wilhelm, J., & Lindell, R. (2018). Spatial thinking in astronomy education research. *Physical Review Physics Education Research*, 14(1), 10139. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.14.010139>
- Donaghy, K. J., & Saxton, K. J. (2012). Connecting Geometry and Chemistry: A Three-Step Approach to Three-Dimensional Thinking. *ACS Publications*, 89(7), 917–920. <https://doi.org/10.1021/ed200345w>
- Fung, F. M., Choo, W. Y., Ardisara, A., Zimmermann, C. D., Watts, S., Koscielniak, T., Blanc, E., Coumoul, X., & Dumke, R. (2019). Applying a Virtual Reality Platform in Environmental Chemistry Education to Conduct a Field Trip to an Overseas Site. *Journal of Chemical Education*, 96(2), 382–386. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00728>
- 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/10.1119/1.18809>
- Harle, M., & Towns, M. (2011). A review of spatial ability literature, its connection to chemistry, and implications for instruction. In *Journal of Chemical Education* (Vol. 88, Issue 3, pp. 351–360). <https://doi.org/10.1021/ed900003n>
- Ilyasa, Deiya Gama. & Dwiningsih, K. (2020). Model Multimedia Interaktif Berbasis Unity Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Ikatan Ion. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 14(2), 2572–2584.
- Jonathan Clayden et al. 2001. *Organic chemistry*. Oxford University Press.
- Mardiyah, H., Nonawati, & Fauzi. (2017). Hubungan Kecerdasan Spasial Terhadap Hasil Belajar Matematika Materi Bangun Ruang Siswa Kelas 5 SD Negeri 5 Banda Aceh. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Guru Sekolah Dasar FKIP Unsyiah*, 2(1), 48–60. <http://www.jim.unsyiah.ac.id/pgsd/article/view/4393>
- Marinda, L. (2020). Teori Perkembangan Kognitif Jean Piaget Dan Problematikanya Pada Anak Usia Sekolah Dasar. *An-Nisa' : Jurnal Kajian Perempuan Dan Keislaman*, 13(1), 116–152. <https://doi.org/10.35719/annisa.v13i1.26>
- Meyer, O. A., Omdahl, M. K., & Makransky, G. (2019). Investigating the effect of pre-training when learning through immersive virtual reality and video: A media and methods experiment. *Computers and Education*, 140(December 2018), 103603. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103603>
- Pietikäinen, O. (2018). *VRChem: A molecular modeling software for Virtual Reality*. Finland.
- Revita, R. (2017). Validitas Perangkat Pembelajaran Matematika Berbasis Penemuan Terbimbing. *Suska Journal of Mathematics Education*, 3(1), 15. <https://doi.org/10.24014/sjme.v3i1.3425>
- Roca-González, C., Martín-Gutiérrez, J., García-Domínguez, M., & Carrodegua, M. del C. M. (2017). Virtual technologies to develop visual-spatial ability in engineering students. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(2), 441–468. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00625a>
- Sabekti, A. W., Widarti, H. R., & Mahmudi. (2014). Analisis Pemahaman Konsep Siswa Kelas XI IPA SMAN 1 Malang Pada Topik Bentuk Molekul. *Jurnal Zarah*, 2(1). <http://ojs.umrah.ac.id/index.php/zarah/article/view/24>
- Saker, M., & Frith, J. (2019). From hybrid space to dislocated space: Mobile virtual reality and a third stage of mobile media theory. *New Media and Society*, 21(1), 214–228. <https://doi.org/10.1177/1461444818792407>
- Sakinah, N. A., & Dwiningsih, K. (2018). Pengembangan Multimedia Interaktif berbasis Blended Learning pada Materi Larutan Elektrolit dan Non Elektrolit. *Unesa Journal of Chemical Education*, 7(2), 143–

153. <https://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/journal-of-chemical-education/article/view/23888>
- Samon, S., & Levy, S. T. (2020). Interactions between reasoning about complex systems and conceptual understanding in learning chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 57(1), 58–86. <https://doi.org/10.1002/tea.21585>
- Setyarini, M., Kadarohman, A., & Kimia-itb, D. (2010). The Effectiveness Of Stereochemistry Based On 3d Visualization. *Jurnal Cakrawala Pendi kan*, 36(1), 91–101.
- Sugiyono. 2013. *Meode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D*. Bandung: Alfabeta.
- Sujak, K. B., Gnanamalar, E., & Daniel, S. (2018). Understanding of Macroscopic, Microscopic and Symbolic Representations Among Form Four Students in Solving Stoichiometric Problems. *MOJES: Malaysian Online Journal of Educational Sciences*, 5(3), 83–96. www.moj-es.net
- Taber, K. S. (2017). Identificando los enfoques de investigación para que la educación química progrese como un campo de estudio. *Educacion Quimica*, 28(2), 66–73. <https://doi.org/10.1016/j.eq.2016.12.001>
- Tuvi-Arad, I., & Blonder, R. (2019). Technology in the Service of Pedagogy: Teaching with Chemistry Databases. *Israel Journal of Chemistry*, 59(6), 572–582. <https://doi.org/10.1002/ijch.201800076>
- Wu, H. K., & Shah, P. (2004). Exploring visuospatial thinking in chemistry learning. In *Science Education* (Vol. 88, Issue 3, pp. 465–492). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/sce.10126>
- Yuliyanto, A., Abdul, R., Muqodas, I., Wulandari, H., & Mifta, D. (2020). Alternative Learning of the Future Based on Verbal-Linguistic, and Visual-Spatial Intelligence Through Youtube-Based Mind Map When Pandemic Covid-19. *Jurnal JPSPD (Jurnal Pendidikan Sekolah Dasar)*, 7(2), 132–141. <https://doi.org/10.12928/jpsd.v7i2.16925>