

PENGEMBANGAN LKPD *DISCOVERY LEARNING* BERBANTUAN AUGMENTED REALITY PADA MATERI STRUKTUR ATOM

Anisa Azzahra¹, Andrian Saputra², Lisa Tania³
^{1,2,3} Program Studi Pendidikan Kimia, Jurusan PMIPA, FKIP,
Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia
andriansaputra@fkip.unila.ac.id

ABSTRACT

Learning atomic structure is often constrained by the difficulty of visualizing abstract submicroscopic concepts, where 51.6% of students report a lack of interactive 3D media. This study aimed to develop Augmented Reality (AR)-assisted discovery learning student worksheets (LKPD) on atomic structure, and to evaluate their validity and practicality. The study employed a Research and Development (R&D) method adapting the Borg and Gall model limited to five stages: research and information collecting, planning, preliminary product development, preliminary field testing, and product revision. Research subjects included 93 students and 5 chemistry teachers during the needs analysis, 3 expert validators, and 2 chemistry teachers alongside 28 tenth-grade students (Class X.5) at SMAN 14 Bandar Lampung during preliminary field testing. Data were collected via questionnaires and analyzed using the Scale Content Validity Index/Average (S-CVI/Ave), Cronbach's Alpha, and percentage analysis. Results showed S-CVI/Ave scores of 0.94 for content appropriateness, 0.96 for construction, and 0.97 for readability and attractiveness, with Cronbach's Alpha > 0.70 (highly valid and reliable). Practicality evaluations yielded an average of 98.88% from teacher responses and 97.49% from student responses (very high category). Therefore, the AR-assisted discovery learning LKPD is proven to be valid and practical for use as an innovative chemistry instructional material.

Keywords: *Atomic structure, Augmented Reality, discovery learning, LKPD, practicality, validity.*

ABSTRAK

Pembelajaran materi struktur atom sering terkendala oleh sulitnya memvisualisasikan konsep submikroskopik yang abstrak, di mana 51,6% peserta didik di lapangan mengeluhkan keterbatasan media 3D interaktif. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan LKPD *discovery learning* berbantuan *Augmented Reality* (AR) pada materi struktur atom, serta menguji tingkat validitas dan kepraktisannya. Metode penelitian menggunakan *Research and Development* (R&D) model Borg dan Gall yang dibatasi hingga lima tahap: penelitian dan pengumpulan data, perencanaan, pengembangan produk awal, uji coba lapangan awal, dan revisi produk. Subjek penelitian meliputi 93 peserta didik dan 5 guru kimia saat analisis kebutuhan, 3 validator ahli saat validasi, serta 2 guru kimia dan 28 peserta didik kelas X.5 SMAN 14 Bandar Lampung pada uji coba lapangan awal. Data dikumpulkan melalui angket dan dianalisis menggunakan *Scale Content Validity Index/Average* (S-CVI/Ave), *Cronbach's Alpha*, dan analisis persentase.

Hasil penelitian menunjukkan nilai S-CVI/Ave sebesar 0,94 (kesesuaian isi), 0,96 (konstruksi), dan 0,97 (keterbacaan dan kemenarikan) dengan *Cronbach's Alpha* > 0,70 (sangat valid dan reliabel). Uji kepraktisan mencapai rerata 98,88% dari tanggapan guru dan 97,49% dari peserta didik (kategori sangat tinggi). Dengan demikian, LKPD *discovery learning* berbantuan AR terbukti valid dan praktis digunakan sebagai bahan ajar inovatif kimia.

Kata Kunci: Struktur atom, *Augmented Reality*, *discovery learning*, LKPD, Kepraktisan, validitas.

A. Pendahuluan

Pembelajaran kimia menuntut pengintegrasian tiga level representasi (makroskopik, submikroskopik, dan simbolik) untuk membangun model mental yang kokoh (Ainsworth, 2006; Gilbert & Treagust, 2009; Hasanah & Aini, 2025). Namun, pemahaman representasi submikroskopik kerap menjadi kendala utama karena karakternya yang abstrak (Tasker & Dalton, 2006). Pada materi struktur atom Fase E Kurikulum Merdeka, rendahnya pemahaman level submikroskopik berpotensi memicu miskonsepsi berkelanjutan (Aisyah & Budimarwanti, 2025; Safitri dkk., 2020).

Kondisi empiris di SMAN 14, SMAN 15, dan SMAN 16 Bandar Lampung (5 guru dan 93 peserta didik kelas X) menunjukkan 51,6% peserta didik mengalami kesulitan tinggi dalam memvisualisasikan bentuk atom. Media pembelajaran masih didominasi papan tulis (90,2%), gambar

2D statis (88,5%), dan buku cetak (65,6%). Sebanyak 65,6% peserta didik belum pernah menggunakan LKPD pada materi ini, 53,1% mengeluhkan LKPD belum melatih analisis perbedaan model atom, serta 81,3% belum dilatih menggambar model atom secara mandiri. Meskipun 100% guru dan peserta didik belum pernah menggunakan teknologi *Augmented Reality* (AR), sebanyak 94,7% peserta didik dan 100% guru menyatakan perlunya LKPD bervisualisasi 3D interaktif berbasis AR.

Teknologi AR menawarkan solusi untuk menjembatani abstraksi submikroskopik dengan memvisualisasikan objek 3D secara interaktif (Azuma, 1997; Chen dkk., 2019). Platform *Assembler EDU* memfasilitasi pembuatan konten AR tanpa pemrograman rumit (Amelia & Isdaryanti, 2024). Agar konstruksi pengetahuan terbangun aktif, media AR dikombinasikan dengan model *discovery learning* yang menerapkan 6

sintaks pembelajaran (Bruner, 1961; Syamsidah dkk., 2022).

Penelitian terdahulu umumnya mengkaji AR, e-LKPD, atau *discovery learning* secara terpisah (Aris dkk., 2020; Pratama & Priyambodo, 2024; Wulandari dkk., 2023). Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada integrasi sistematis antara LKPD cetak, sintaks *discovery learning*, dan teknologi AR *Assemblr EDU* pada materi perkembangan teori atom. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan LKPD *discovery learning* berbantuan AR pada materi struktur atom, serta menganalisis tingkat validitas dan kepraktisannya.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan (*Research and Development / R&D*) yang mengadaptasi model Borg dan Gall (1989). Prosedur penelitian dibatasi hingga tahap kelima (*main product revision*) sesuai dengan kebutuhan pengembangan bahan ajar yang valid dan praktis. Kelima tahapan tersebut meliputi:

1. Penelitian dan Pengumpulan Data (*Research and Information Collecting*), meliputi studi literatur (CP Fase E, KKTP, konsep multi-representasi) dan studi lapangan

melalui angket analisis kebutuhan di SMAN 14, SMAN 15, dan SMAN 16 Bandar Lampung.

2. Perencanaan (*Planning*), Perumusan tujuan, pemetaan materi (Topik 1: Dalton & Thomson; Topik 2: Rutherford, Bohr, & Mekanika Kuantum), perancangan LKPD, pembuatan *marker* 3D AR via *Assemblr EDU*, dan penyusunan kisi-kisi instrumen.
3. Pengembangan Produk Awal (*Develop Preliminary Form of Product*), menyusun prototipe LKPD menggunakan aplikasi Canva (ukuran A4, orientasi potret), menyelaraskan aktivitas dengan 6 sintaks *discovery learning*, dan melakukan validasi ahli (*subject matter experts*).
4. Uji Coba Lapangan Awal (*Preliminary Field Testing*), uji coba terbatas prototipe LKPD yang telah divalidasi kepada pengguna di lapangan.
5. Revisi Hasil Uji Coba (*Main Product Revision*), menyempurnakan produk akhir berdasarkan masukan kualitatif dan data kuantitatif dari uji coba lapangan awal.

Subjek penelitian meliputi 5 guru kimia dan 93 peserta didik kelas X

(analisis kebutuhan via *stratified random sampling*), 3 dosen ahli Pendidikan Kimia FKIP Universitas Lampung (validasi), serta 2 guru kimia dan 28 peserta didik kelas X.5 SMAN 14 Bandar Lampung (uji coba terbatas).

Data dikumpulkan melalui angket non-tes menggunakan skala ordinal 4 poin Tabel 1.

Tabel 1. Skala Penskoran Angket Validasi Ahli dan Kepraktisan

Pilihan Jawaban Validasi	Pilihan Jawaban Kepraktisan	Skor
Sangat Relevan (SR)	Sangat Setuju (SS)	4
Relevan (R)	Setuju (S)	3
Tidak Relevan (TR)	Tidak Setuju (TS)	2
Sangat Tidak Relevan (STR)	Sangat Tidak Setuju (STS)	1

Validitas isi dianalisis menggunakan *Scale Content Validity Index/Average* (S-CVI/Ave) (Lynn, 1986; Polit & Beck, 2006):

$$S-CVI/Ave = \frac{\sum I-CVI}{K}$$

Produk dinyatakan sangat valid jika $S-CVI/Ave \geq 90$. Reliabilitas instrumen diuji dengan *Cronbach's Alpha*

($\alpha \geq 0,70$) berbasis SPSS 26 (Taber, 2018). Kepraktisan dianalisis melalui persentase skor rata-rata (PS A):

$$PSA = \frac{\sum S}{\sum S_{maks}} \times 100\%$$

Kriteria kepraktisan dikategorikan menurut Arikunto (2013): 80,1%–100% (Sangat Tinggi/Valid), 60,1%–80% (Tinggi/Cukup Valid), 40,1%–60% (Sedang), 20,1%–40% (Rendah), dan 0%–20% (Sangat Rendah).

C.Hasil Penelitian dan Pembahasan

1. Hasil Penelitian

Pengembangan LKPD *discovery learning* berbantuan AR dilaksanakan melalui lima tahap Borg dan Gall:

- Penelitian dan pengumpulan data, studi lapangan mengonfirmasi rendahnya keterpaparan media interaktif dan tingginya kebutuhan bahan ajar berbasis AR Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Analisis Kebutuhan Guru dan Peserta Didik

Aspek Analisis	Subjek Responden	Persentase (%)
Menggunakan LKPD pada materi struktur atom	Guru (n=5)	80,0%
	Peserta Didik (n=93)	34,4% (Belum: 65,6%)
Belum mengenal teknologi AR	Guru (n=5)	75,0%
	Peserta Didik (n=93)	65,6%

Belum pernah menggunakan AR dalam pembelajaran	Guru (n=5)	100,0%
	Peserta Didik (n=93)	100,0%
Mengalami kesulitan mempelajari materi struktur atom	Peserta Didik (n=93)	51,6%
Memerlukan pengembangan LKPD <i>discovery learning</i> berbantuan AR	Guru (n=5)	100,0%
	Peserta Didik (n=93)	94,7%

- b. Perencanaan, materi struktur atom dipetakan ke dalam dua topik kegiatan belajar yang diselaraskan dengan 6 sintaks *discovery learning* dan fitur *AR Assembler EDU*, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pemetaan Topik dan Sintaks Discovery Learning Berbantuan AR dalam LKPD

Topik	Sub-materi	Integrasi Discovery Learning & AR
1	Model Atom Dalton & Thomson	Observasi feno-mena, perumusan pertanyaan, eks-plorasi simulasi AR, analisis model atom, verifikasi objek 3D,

		penyimpulan konsep.
2	Model Atom Rutherford, Bohr, & Mekanika Kuantum	Observasi feno-mena, perumusan pertanyaan, eks-plorasi simulasi AR, analisis perkembangan model atom, verifikasi objek 3D, penyimpulan perkembangan teori atom.

- c. Pengembangan produk awal & validasi ahli, prototipe LKPD terdiri dari bagian Pendahuluan, bagian Inti, dan bagian Penutup. Visualisasi AR diakses dengan memin-dai *custom marker* pada lembar LKPD menggunakan *smartphone*. Hasil uji validitas isi oleh 3 validator ahli menggunakan indeks S-CVI/Ave dan uji reliabilitas *Cronbach's Alpha* dirangkum pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Validasi Ahli dan Uji Reliabilitas Instrumen

Aspek Penilaian	S-CVI/Ave	Cronbach's Alpha
Kesesuaian Isi	0,94	0,763
Konstruksi	0,96	0,762
Keterbacaan &	0,97	0,760

Kemenarikan

menuhi standar kualitas bahan ajar tanpa memerlukan revisi ulang.

- d. Uji coba lapangan awal, uji kepraktisan dilakukan setelah perbaikan produk prototipe selesai. Penilaian kepraktisan oleh 2 guru kimia dan 28 peserta didik kelas X.5 SMAN 14 Bandar Lampung disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rekapitulasi Hasil Uji Kepraktisan LKPD oleh Guru dan Peserta Didik

Responden	Aspek	Persentase (%)
Guru Kimia (n=2)	Kesesuaian Isi	98,57%
	Konstruksi	99,34%
	Keterbacaan dan Kemenarikan	98,75%
Peserta Didik (n=28)	Keterbacaan dan Kemenarikan	97,49%

- e. Revisi hasil uji coba, dari analisis instrumen angket kepraktisan uji coba lapangan awal, tidak ditemukan saran perbaikan kualitatif dari guru maupun peserta didik. Skor kepraktisan kuantitatif yang mencapai > 97% mengonfirmasi bahwa produk akhir LKPD *discovery learning* berbantuan AR telah me-

2. Pembahasan

Hasil penelitian ini membuktikan bahwa LKPD *discovery learning* berbantuan AR yang dikembangkan berhasil memfasilitasi visualisasi konsep abstrak pada materi struktur atom serta memenuhi kriteria validitas dan kepraktisan yang tinggi.

Tingginya nilai validitas isi pada aspek kesesuaian isi (S-CVI/Ave = 0,94) menunjukkan bahwa perancangan materi dan aktivitas belajar telah selaras dengan Capaian Pembelajaran (CP) dan KKTP Kurikulum Merdeka. Keberhasilan ini didukung oleh penerapan kerangka multi-representasi Johnstone (1993). Penggunaan AR platform *Assemblr EDU* pada tahap *data collection* dan *verification* terbukti secara visual mampu menghubungkan representasi makroskopik (gelembung/listrik statis) dengan representasi submikroskopik 3D (pergerakan elektron, lintasan Bohr, dan awan elektron probabilitas Mekanika Kuantum) serta representasi simbolik (notasi isotop dan konfigurasi elektron). Visualisasi 3D yang dapat diputar dan diamati dari berbagai sudut pandang

mengatasi keterbatasan gambar 2D pada buku teks konvensional, sehingga mencegah timbulnya miskonsepsi (Chen dkk., 2019; Widiani dkk., 2025).

Aspek konstruksi yang memperoleh S-CVI/Ave sebesar 0,96 mengonfirmasi kelengkapan struktur fisik dan alur pedoman belajar (*scaffolding*) pada LKPD (Kosasih, 2021; Lestari dkk., 2023). Pengintegrasian dengan sintaks *discovery learning* membimbing peserta didik membangun pengetahuan secara mandiri. Tahap *stimulation* memicu rasa ingin tahu, *problem statement* melatih perumusan hipotesis, *data collection* memfasilitasi eksplorasi visual AR, *data processing* mendorong analisis perbandingan model atom, *verification* meyakinkan kebenaran konsep yang digambar peserta didik melalui pembuktian AR, dan *generalization* melatih penarikan kesimpulan secara komprehensif (Bruner, 1961; Syamsidah dkk., 2022). Alur yang tertata rapi ini mendukung temuan Rinjani dkk. (2023) yang menyatakan bahwa LKPD berstruktur sintaks runtut sangat menentukan kevalidan konstruksi bahan ajar.

Validitas aspek keterbacaan dan kemenarikan mencapai nilai tertinggi (S-CVI/Ave = 0,97). Hal ini sejalan dengan hasil uji kepraktisan oleh guru (98,88%) dan peserta didik (97,49%) yang termasuk dalam kategori sangat tinggi. Tingginya kepraktisan ini didukung oleh antarmuka LKPD yang komunikatif, tata letak visual yang seimbang (*white space*), perpaduan warna yang serasi, serta daya tarik teknologi AR yang meningkatkan interaktivitas belajar (Azuma, 1997; Arena dkk., 2022). Hasil ini memperkuat temuan penelitian terdahulu oleh Agustina dkk. (2026), Sartika dkk. (2026), Tanjung & Louise (2024), serta Tari dkk. (2024) yang menyimpulkan bahwa penggabungan bahan ajar cetak berstruktur aktif dengan teknologi visualisasi AR menghasilkan kepraktisan pembelajaran yang sangat optimal.

Dalam proses pengembangan dan pengujian produk, ditemukan dua kendala teknis utama beserta solusinya:

1. Kendala Ukuran Berkas Konten, pada tahap pengunggahan video eksperimen ke platform *Assemblr EDU*, beberapa berkas melebihi batas kapasitas aplikasi. Solusi dilakukan melalui teknik kompresi

video tanpa menurunkan kualitas resolusi visual secara signifikan.

2. Ketergantungan Koneksi Internet, pemuatan (*loading*) objek 3D AR membutuhkan koneksi internet yang stabil. Kendala ini diantisipasi dengan mengimbau guru untuk memastikan ketersediaan jaringan Wi-Fi/data yang memadai serta memberikan demonstrasi awal penggunaan aplikasi *Assemblr EDU* sebelum kegiatan pembelajaran dimulai.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa:

1. LKPD *discovery learning* berbantuan AR pada materi struktur atom memenuhi kriteria sangat valid berdasarkan penilaian ahli, dengan nilai S-CVI/Ave berturut-turut sebesar 0,94 (kesesuaian isi), 0,96 (konstruksi), dan 0,97 (keterbacaan dan kemenarikan), serta nilai koefisien *Cronbach's Alpha* > 0,70 yang menunjukkan instrumen penilaian bersifat reliabel.
2. LKPD *discovery learning* berbantuan AR pada materi struktur atom memenuhi kriteria sangat praktis berdasarkan tanggapan pengguna. Hal ini ditunjukkan oleh

persentase tanggapan guru sebesar 98,57% (kesesuaian isi), 99,34% (konstruksi), dan 98,75% (keterbacaan dan kemenarikan), serta persentase rata-rata tanggapan peserta didik sebesar 97,49% (kategori sangat tinggi).

DAFTAR PUSTAKA

Buku :

- Arikunto, S. (2013). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Borg, W. R., & Gall, M. D. (1989). *Educational Research: An Introduction* (5th ed.). New York: Longman.
- Gilbert, J. K., & Treagust, D. F. (2009). *Multiple Representations in Chemical Education*. Dordrecht: Springer.
- Kemendikbud. (2013). *Model Pembelajaran Penemuan (Discovery Learning)*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Kosasih, E. (2021). *Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Bumi Aksara.
- OECD. (2023). *PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education*. Paris: OECD Publishing.
- Syamsidah, Jusniar, T. R., & Muhiddin, A. (2022). *Buku Model*

Discovery Learning. Yogyakarta: Deepublish.

Teleoperators & Virtual Environments, 6(4), 355–385.

Jurnal :

Ainsworth, S. (2006). DeFT: A Conceptual Framework for Considering Learning with Multiple Representations. *Learning and Instruction*, 16(3), 183–198.

Aisyah, A. H., & Budimarwanti, C. (2025). Analisis Kebutuhan Guru Kimia Terhadap E-Modul Berbasis Multiple Representation pada Materi Perkembangan Struktur Atom. *Jurnal Riset Pembelajaran Kimia*, 10(2), 10–18.

Amelia, V., & Isdaryanti, B. (2024). Application of Assemblr Edu Augmented Reality Media in IPAS Learning on Water Cycle Material at Wonosari 01 State Elementary School. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 14(1), 151–162.

Arena, F., Collotta, M., Pau, G., & Termine, F. (2022). An Overview of Augmented Reality. *Computers*, 11(28), 1–15.

Aris, A., Fitria, A., & Ihtisyamuddin, L. (2020). Chemistry Structure Sheet sebagai Media Pembelajaran Kimia Berbasis Augmented Reality pada Materi Struktur Atom. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 8(2), 77–81.

Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Presence:*

Bruner, J. S. (1961). The Act of Discovery. *Harvard Educational Review*, 31(1), 21–32.

Chen, Y., Wang, Q., Chen, H., Song, X., Tang, H., & Tian, M. (2019). An Overview of Augmented Reality Technology. *Journal of Physics: Conference Series*, 1237(2), 022082.

Eilks, I., Witteck, T., & Pietzner, V. (2012). The Role and Potential Dangers of Visualisation when Learning about Sub-Microscopic Explanations in Chemistry Education. *C.E.P.S Journal*, 2(1), 125–145.

Hasanah, H., & Aini, F. Q. (2025). Pengembangan Instrumen Tes Keterampilan Proses Sains pada Topik Kesetimbangan Kimia: Analisis dengan Model Rasch. *JagoMIPA: Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA*, 5(1), 68–82.

Indraniyati, Fatah, A. H., & Asi, N. B. (2020). Pemahaman Konsep Struktur Atom Setelah Pembelajaran Menggunakan Model Discovery Learning Berbantuan LKS pada Siswa Kelas X MIA-1 SMA Negeri 1 Paku. *Jurnal Ilmiah Kanderang Tingang*, 11(1), 180–192.

Johnstone, A. H. (1993). The Development of Chemistry

- Teaching. *Journal of Chemical Education*, 70(9), 705–707.
- Lestari, N. A., Kurniawan, P. W., & Hendratama, O. (2023). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Discovery Learning pada Materi Kehidupan Masyarakat Praaksara Indonesia Kelas X IPS di SMA Gajah Mada. *Prodiksema*, 2(2), 70–82.
- Lynn, M. R. (1986). Determination and Quantification of Content Validity. *Nursing Research*, 35(6), 382–385.
- Melillo, B. (2023). The Discrete and Distinct Nature of the Molecular Concept. *Der Chemica Sinica*, 14(1), 1–2.
- Permatasari, M. B., Rahayu, S., & Dasna, I. W. (2022). Chemistry Learning Using Multiple Representations: A Systematic Literature Review. *Journal of Science Learning*, 5(2), 334–341.
- Petillion, R. J., & McNeil, W. S. (2020). Johnstone's Triangle as a Pedagogical Framework for Flipped-Class Instructional Videos in Introductory Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 97(6), 1536–1542.
- Polit, D. F., & Beck, C. T. (2006). The Content Validity Index: Are You Sure You Know What's Being Reported? Critique and Recommendations. *Research in Nursing & Health*, 29(5), 489–497.
- Pratama, I. N., & Priyambodo, E. (2024). Development of ARSA (Augmented Reality Struktur Atom) Based on Android as an Independent Learning Resource for High School Students. *Indonesian Journal of Chemical Education*, 1(2), 57–62.
- Ridhani, J., Trisnaningsih, S., & Fitriani, I. N. (2025). Visual Representations in Indonesian Chemistry Textbooks: Supporting Deep Learning for 2025 Educational Goals. *Indonesian Journal of Instructional Media and Model*, 7(1), 33–49.
- Rinjani, S., Arifin, S., & Ramury, F. (2023). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Discovery Learning untuk Melihat Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa SMP. *Journal of Education in Mathematics, Science, and Technology*, 6(1), 22–32.
- Ripsam, M., & Nerdel, C. (2024). Augmented Reality in Chemistry Education: A Systematic Review. *Computers & Education*, 208, 104932.
- Safitri, L., Winarti, A., & Suharto, B. (2020). Analysis of Understanding the Concept of Macroscopic-Submicroscopic-Symbolic Using Submicroscopic Approach in Acid Base Solution Materials. *JCAE (Journal of Chemistry and Education)*, 4(1), 16–23.

- Taber, K. S. (2018). The Use of Cronbach's Alpha When Developing and Reporting Research Instruments in Science Education. *Research in Science Education*, 48(6), 1273–1296.
- Tanjung, L., & Louise, I. S. Y. (2024). Pengembangan LKPD Discovery Learning Berbasis Augmented Reality pada Materi Ikatan Kimia. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*, 8(1), 45–56.
- Tari, D. K., Sartika, R. P., & Melati, H. A. (2024). Pengembangan e-LKPD Berbasis AR pada Materi Struktur Atom. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 12(2), 210–225.
- Tasker, R., & Dalton, R. (2006). Visualisation of the Molecular World Using Animations. *Chemistry Education Research and Practice*, 7(2), 141–159.
- Tuta, B. B., Harta, J., & Purwasih, S. S. (2022). Development of Assemblr Edu-Assisted Augmented Reality Learning Media on the Topic of Effect of Surface Area. *Journal of Chemistry Education Research*, 6(1), 44–57.
- Widiani, A. R., Prasetya, A. T., & Kurniawan, C. (2025). Development of an Augmented Reality Learning Module for Atomic Structure. *JTK: Jurnal Tadris Kimiya*, 10(2), 143–153.
- Wiyarsi, A., Sutrisno, H., & Rohaeti, E. (2018). The Effect of Multiple Representation Approach on Students Creative Thinking Skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1097, 012054.
- Wulandari, S., Jusniar, J., & Majid, A. F. (2023). Development of Augmented Reality-Based Learning Media in the Form of Cards on Atomic Structure Material. *UNESA Journal of Chemical Education*, 12(2), 83–91.