

PENGEMBANGAN MODUL INTERAKTIF PADA MATERI STRUKTUR ATOM DALAM MENDUKUNG PEMBELAJARAN BERDIFERENSIASI MENGGUNAKAN *FLIP PDF CORPORATE*

Suryani Butarbutar, Rahadian Zainul

Universitas Negeri Padang, Indonesia

*Corresponding author: rahadianzmsiphd.campbiotics@fmipa.unp.ac.id

Abstrak: Rendahnya pemahaman peserta didik terhadap materi struktur atom, yang merupakan salah satu kompetensi penting dalam pembelajaran kimia, menjadi latar belakang pengembangan media pembelajaran yang berdiferensiasi dan interaktif. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan serta menguji kevalidan dan kepraktisan Modul Interaktif Struktur Atom berbasis pembelajaran berdiferensiasi dengan memanfaatkan platform *Flip PDF Corporate*. Modul dirancang untuk peserta didik fase E dengan memperhatikan perbedaan gaya belajar, yaitu visual, auditori, dan audio-visual, melalui penyajian materi dalam bentuk teks, gambar, audio, dan video animasi. Model pengembangan yang digunakan adalah 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*). Subjek penelitian melibatkan 35 peserta didik, tiga dosen kimia dari Universitas Negeri Padang, dan dua guru kimia SMA Negeri 1 Laguboti. Hasil validasi menunjukkan bahwa modul ini memiliki tingkat kevalidan sebesar 0,92 (kategori sangat valid), serta nilai kepraktisan sebesar 95,60% (kategori sangat praktis), sehingga layak digunakan dalam pembelajaran kimia di SMA.

Kata Kunci: Modul Interaktif, Struktur Atom, Pembelajaran Berdiferensiasi, *Flip PDF Corporate*, Gaya Belajar

Abstract: The low level of students' understanding of atomic structure material, which is one of the important competencies in chemistry learning, is the background for the development of differentiated and interactive learning media. This study aims to develop and test the validity and practicality of the Atomic Structure Interactive Module based on differentiated learning by utilizing the *Flip PDF Corporate* platform. The module is designed for phase E students by considering differences in learning styles, namely visual, auditory, and audio-visual, through the presentation of materials in the form of text, images, audio, and animated videos. The development model used is 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*). The research subjects involved 35 students, three chemistry lecturers from Padang State University, and two chemistry teachers from SMA Negeri 1 Laguboti. The validation results show that this module has a validity level of 0.92 (very valid category), and a practicality value of 95.60% (very practical category), so it is suitable for use in chemistry learning in high school.

Keywords: Interactive Modules, Atomic Structure, Differentiated Learning, Corporate Flip PDF, Learning Styles.

PENDAHULUAN

Pembelajaran kimia memiliki karakteristik yang unik karena mencakup konsep-konsep abstrak yang memerlukan pemahaman mendalam (Lukum, 2025). Salah satu materi yang menjadi dasar dalam kimia adalah struktur atom, yang berperan penting dalam memahami konsep lanjutan seperti konfigurasi elektron, sifat unsur, dan ikatan kimia. Konsep ini melibatkan model teoretis yang tidak dapat diamati secara langsung, sehingga memerlukan pendekatan pembelajaran yang bisa menolong pelajar saat membayangkan serta menyadari bagaimana atom dan partikelnya berinteraksi (Putri dkk, 2024). Dengan demikian, penyusunan bahan ajar yang dapat menyajikan

konsep ini secara lebih visual dan interaktif menjadi salah satu aspek penting dalam meningkatkan pengalaman belajar pelajar (Athaya dkk,2024).

Seiring dengan implementasi Kurikulum Merdeka, pembelajaran berdiferensiasi menjadi strategi yang semakin diperhatikan dalam dunia Pendidikan (Zainul,2024). Pendekatan ini memberikan fleksibilitas kepada pelajar untuk belajar sesuai dengan kebutuhan, minat, dan tingkat pemahamannya masing-masing. Dengan pembelajaran yang lebih fleksibel, pelajar dapat lebih aktif mengeksplorasi materi sesuai dengan gaya belajarnya (Trisnani,2024). Dengan demikian, perlu disediakan bahan ajar yang dapat mendukung pembelajaran ini, salah satunya adalah modul interaktif (Zainul dkk,2018). Modul ini tidak hanya menyajikan materi secara sistematis tetapi juga memungkinkan pelajar untuk belajar dengan cara yang lebih mandiri dan eksploratif.

Sesuai hasil pengamatan awal yang dilakukan di beberapa sekolah di Toba menunjukkan adanya tantangan dalam pembelajaran kimia, khususnya pada materi struktur atom. Salah satu tantangan yang dihadapi adalah keterbatasan fasilitas. Beberapa sekolah belum memiliki fasilitas seperti proyektor atau infokus, sehingga proses belajar mengajar masih bergantung pada papan tulis dan buku teks. Sementara, konsep struktur atom bersifat abstrak dan memerlukan visualisasi agar lebih mudah dipahami oleh pelajar (Rahmawati dkk,2022).

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan pelajar yang dilakukan sebelum pengembangan produk, diperoleh informasi bahwa preferensi terhadap media pembelajaran sangat bervariasi. Sebanyak 8,3% pelajar memilih media pembelajaran berbasis teks (membaca saja), 9,3% menyukai pembelajaran melalui video, dan sebanyak 82,4% pelajar menyatakan lebih menyukai modul interaktif yang memuat kombinasi beberapa gaya belajar di dalamnya. Menariknya, tidak ada pelajar yang memilih media pembelajaran berbasis gambar saja. Temuan ini menunjukkan adanya perbedaan gaya belajar di antara pelajar, yakni gaya belajar visual (melalui gambar dan teks), auditori (melalui suara), serta audio-visual (kombinasi antara tampilan visual dan suara). Oleh karena itu, penyusunan media pembelajaran yang mampu mengakomodasi beragam gaya belajar menjadi penting guna menciptakan proses pembelajaran yang lebih efektif dan bermakna (El-Sabagh dkk,2024). Data ini secara visual dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil analisis kebutuhan peserta didik

Selain itu, akses terhadap bahan ajar masih terbatas. Buku pegangan pelajar hanya dapat digunakan selama jam pelajaran dan tidak bisa dibawa pulang, sehingga waktu untuk mempelajari ulang materi menjadi lebih terbatas. Sementara itu, bahan ajar yang tersedia umumnya hanya mendukung gaya belajar visual, sedangkan pelajar memiliki beragam cara dalam memahami materi (Wardani dkk,2025). Beberapa pelajar lebih mudah belajar melalui pendengaran (auditori), sementara yang lain lebih memahami materi melalui praktik langsung (kinestetik). Keberagaman ini menuntut adanya bahan ajar yang dapat mengakomodasi perbedaan tersebut agar pembelajaran lebih optimal (Qorib,2023).

Tantangan lainnya terlihat dari hasil akademik pelajar. Berdasarkan data yang diperoleh, hanya 38% pelajar yang mencapai KKM, sementara 62% lainnya masih mengalami kesulitan dalam memahami materi struktur atom, Hasil nilai PTS kimia fase E struktur atom bisa dilihat pada Gambar

2. Salah satu faktor yang mempengaruhi hal ini adalah perbedaan tingkat pemahaman dan gaya belajar pelajar dan keterbatasan penggunaan bahan yang digunakan (Wahyuni dkk,2022).



Gambar 2. Rekapitulasi hasil PTS Fase E SMAN 1 Laguboti

Hasil analisis kebutuhan juga mengungkapkan bahwa sebagian besar pelajar mengalami kesulitan dalam memahami materi struktur atom, khususnya pada fase E. Dari total responden, sebanyak 82,4% menyatakan bahwa struktur atom merupakan materi yang paling sulit dipahami, sedangkan hanya 12% yang menganggap kimia dalam kehidupan sehari-hari sebagai materi tersulit, dan 10,2% menyebut green chemistry, berdasarkan data pada Gambar 3. Tingginya persentase ini menunjukkan bahwa struktur atom menjadi salah satu topik yang memerlukan perhatian khusus dalam perancangan strategi pembelajaran (Rahayu,2020). Kompleksitas konsep-konsep abstrak dalam struktur atom, seperti model atom, konfigurasi elektron, dan bilangan kuantum, menjadi salah satu faktor penyebabnya. Oleh karena itu, diperlukan modul pembelajaran yang mampu menyajikan materi ini secara menarik, interaktif, serta selaras dengan cara belajar pelajar, agar mereka dapat lebih gampang mengerti konsep-konsep yang disajikan (Titin,2023).

Media pembelajaran apa yang menarik menurut anda?
108 jawaban



Gambar 3. Diagram kesulitan materi yang dialami peserta didik

Melihat kondisi tersebut, diperlukan alternatif bahan ajar dengan tingkat fleksibilitas yang tinggi, interaktif, dan dapat menyesuaikan dengan kebutuhan pelajar. Salah satu solusi yang bisa digunakan adalah modul dua arah berbasis Flip PDF Corporate. Modul ini memungkinkan penyajian materi dalam berbagai format, seperti teks, gambar, animasi, dan latihan interaktif, sehingga dapat membantu pelajar untuk mengerti konsep struktur atom dengan lebih mudah (Nisa dkk,2021). Dengan adanya modul interaktif ini, diharapkan pembelajaran menjadi lebih menarik, akses terhadap bahan ajar menjadi lebih fleksibel, dan pelajar mampu belajar berdasarkan gaya serta kecepatannya tersendiri.

Merujuk penjabaran diatas, penulis berharap bahwa “Pengembangan Modul Interaktif pada Materi Struktur Atom dalam Mendukung Pembelajaran Berdiferensiasi Menggunakan Flip

PDF Corporate dapat meningkatkan pemahaman pelajar, mengakomodasi beragam gaya belajar, serta mendukung pembelajaran berdiferensiasi.

METODE PENELITIAN

Penilaian kategorikal yang dimodifikasi dari Boslaugh (2008: 11) merupakan teknik yang digunakan dalam menganalisis data pada penelitian ini. Instrumen yang digunakan untuk pengambilan data berupa lembar validitas dan lembar praktikalitas (Putri dkk, 2023). Analisis data menggunakan lembar validitas dan praktikalitas bertujuan untuk menghasilkan produk yang valid dan layak digunakan, serta untuk menilai tingkat kepraktisan dari produk yang dikembangkan. Pada penilaian kategorikal, validator memberikan pernyataan dan kemudian memberi penilaian terhadap masing-masing pernyataan tersebut.

Data yang telah didapatkan melalui lembar validitas kemudian dianalisa menggunakan indeks Aiken's V. Aiken (1985) mengusulkan rumus Aiken, yang menghitung koefisien validitas konten berdasarkan penilaian dari sebanyak n ahli yang mengevaluasi seberapa efektif suatu item mewakili poin-poin yang diukur. (Marlianti dkk., 2023). Selanjutnya, hasil yang diperoleh diolah dan diubah berdasarkan koefisien dari Aiken's V sebagaimana disajikan di Tabel 1.

Table 1. Koefisien Korelasi Aiken's V

No	Koefisien korelasi	Intrepretasi validitas
1	$V \geq 0,8$	Very Valid
2	$0,40 \leq V \leq 0,80$	Medium
3	$0 \leq V < 0,40$	Less Valid

Analisis praktikalitas dilakukan dengan memberikan lembar angket yang akan diisi guru dan pelajar . data yang dihimpun menggunakan angket penilaian dengan skala likert (Waluyo edy, 2024). Data praktikalitas yang didapat akan diolah menggunakan rumus persentase. Setelah data praktikalitas didapatkan, maka diinterpretasikan untuk mengetahui kepraktisan media modul interaktif berdasarkan repon guru dan pelajar. Nilai praktikalitas produk dapat ditentukan berdasarkan Tabel 2.

Table 2. Kriteria Praktikalitas

Rentang (%)	Kategori
86-100	Very practical
76-85	Practical
60-75	Quite practical
55-59	Less practical
≤ 54	Very less practical

HASIL DAN PEMBAHASAN

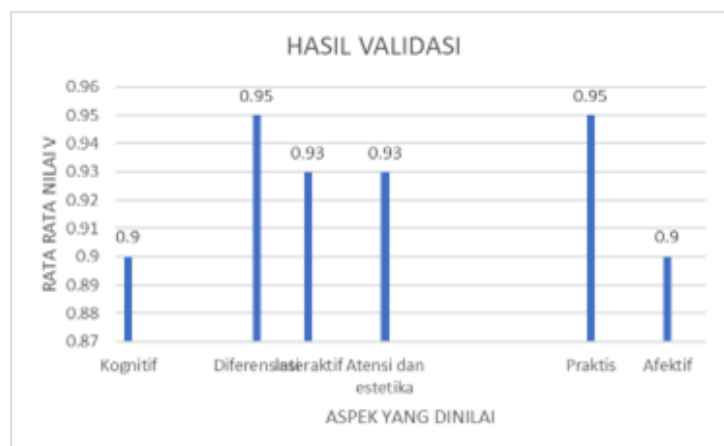
Jenis penelitian yang telah dilakukan merupakan penelitian dan pengembangan atau R&D yang menghasilkan suatu produk berupa Modul Interaktif pada Materi Struktur Atom dalam Mendukung Pembelajaran Berdiferensiasi memanfaatkan *Flip PDF Corporate*. Canva merupakan aplikasi yang dimanfaatkan sebagai mendesain produk Modul Interaktif pada Materi Struktur Atom dalam Mendukung Pembelajaran Berdiferensiasi menggunakan *Flip PDF Corporate* ini dan dikembangkan menggunakan aplikasi *Flip PDF Corporate*. Studi ini hanya mencakup penilaian terhadap aspek kesesuaian dan kemudahan penerapan modul hasil pengembangan.

1. Evaluasi dari Pakar (Uji Validasi)

Pengujian kesesuaian ini dilakukan guna menilai kelayakan serta kualitas berdasarkan produk yang telah dikreasikan, yaitu uji validasi ini melibatkan 3 orang dosen departemen kimia

dari Universitas Negeri Padang dan dua orang pengajar kimia dari SMA Negeri 1 Laguboti yang memiliki pengalaman langsung dalam proses pembelajaran di kelas.

Modul interaktif ini telah melalui proses uji validasi yang mencakup 6 aspek penilaian utama yaitu aspek kognitif, diferensiasi, interaktif, attinsi dan estetika, praktis serta efektif. Validasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa modul tidak hanya memenuhi kriteria kelayakan isi, tetapi juga efektif dalam mendukung pembelajaran berdiferensiasi sesuai dengan gaya belajar pelajar (Sari dkk,2021). Berikut adalah uraian hasil validasi berdasarkan skor yang diperoleh:



Gambar 4. Grafik hasil validasi per item

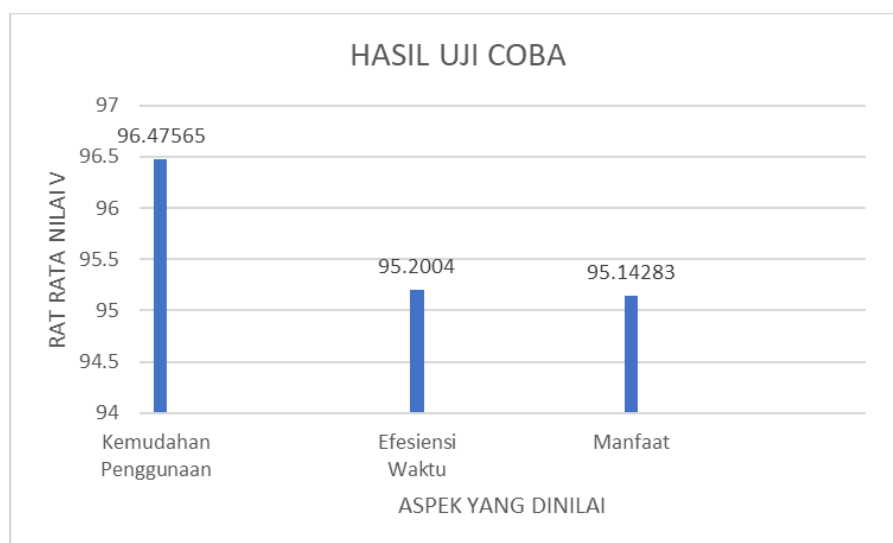
Modul interaktif struktur atom dinilai sangat valid berdasarkan enam aspek utama. Aspek kognitif memperoleh skor 0,90 menunjukkan kesesuaian isi dengan capaian pembelajaran dan urutan materi yang logis (Kusumawati dkk,2024). Diferensiasi mendapat skor 0,95 karena mampu mengakomodasi gaya belajar visual, auditori, dan audio-visual (Novela,2021). Aspek interaktif dengan skor 0,93 menunjukkan keberhasilan integrasi fitur digital seperti navigasi, hyperlink, dan media interaktif. Dari sisi atensi dan estetika, skor 0,93 mencerminkan tampilan menarik, konsisten, dan mendukung pemahaman. Aspek praktis dengan skor 0,95 menunjukkan modul mudah digunakan di berbagai perangkat tanpa aplikasi tambahan (Wulandari dkk,2022). Terakhir, aspek afektif dengan skor 0,90 menunjukkan bahwa modul efektif membangun motivasi, minat, dan rasa ingin tahu siswa terhadap materi struktur atom (Qotimah,2022). Secara keseluruhan Modul Interaktif pada Materi Struktur Atom dalam Mendukung Pembelajaran Berdiferensiasi menggunakan Flip PDF Corporate hasil pengembangan menunjukkan derajat kevalidan mencapai 0,92 dengan status sangat valid.

2. Uji skala kecil (Uji Praktikalitas)

Modul interaktif ini telah diuji kepada pengguna akhir untuk mengetahui tingkat kepraktisan penggunaan dalam pembelajaran berdiferensiasi menggunakan *Flip PDF Corporate*, berdasarkan informasi yang didapatkan dari responden (pelajar dan guru), yang mencakup tiga aspek utama: kemudahan penggunaan, penghematan waktu, dan manfaat. Berikut merupakan uraian tingkat penggunaan berdasarkan skor yang diperoleh sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5.

Hasil uji praktikalitas menunjukkan bahwa modul interaktif struktur atom sangat praktis digunakan, dengan persentase kemudahan penggunaan sebesar 96,47%, efisiensi waktu 95,2%, dan manfaat 95,1%. Modul dinilai mudah diakses oleh pelajar dan pendidik melalui berbagai perangkat seperti smartphone, laptop, dan komputer, serta memiliki navigasi yang intuitif, tampilan sistematis, dan fitur interaktif seperti tombol navigasi, tautan antarhalaman, serta media multimedia (Safitrid dkk,2022). Efisiensinya tampak dari kecepatan akses materi, penyajian konten yang ringkas namun substansial, serta kemudahan eksplorasi topik melalui daftar isi interaktif dan tautan langsung ke media pendukung (Yuliana dkk, 2023). Dari segi manfaat, modul ini

mendukung pembelajaran berdiferensiasi dengan pendekatan visual, auditori, dan audio-visual, meningkatkan keterlibatan dan minat belajar siswa, serta memberikan alternatif sumber ajar yang fleksibel dan adaptif bagi guru (Pitaloka,2022).



Gambar 5. Grafik hasil praktikalitas per item

Dari hasil penilaian yang sudah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa modul tersebut interaktif pada materi struktur atom dalam mendukung pembelajaran berdiferensiasi menggunakan flip pdf corporate mengadopsi model pengembangan 4-D yang terpercaya dan aplikatif.

KESIMPULAN

Berdasarkan temuan studi dan analisis data yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa modul interaktif dua arah pada topik *Struktur Atom* yang dikembangkan untuk mendukung pembelajaran berdiferensiasi melalui platform Flip PDF Corporate menunjukkan tingkat validitas dan kepraktisan yang sangat tinggi. Modul ini dikembangkan menggunakan model pengembangan 4D (Define, Design, Develop, Disseminate), meskipun dibatasi hingga tahap pengembangan (Develop). Validitas modul ditunjukkan melalui hasil penilaian para ahli yang mencakup aspek kognitif, diferensiasi, interaktivitas, atensi dan estetika, kepraktisan, serta efektivitas, yang semuanya berada dalam kategori sangat valid. Di sisi lain, aspek kepraktisan dinyatakan sangat tinggi berdasarkan hasil uji coba terhadap guru dan peserta didik, yang mencakup kemudahan penggunaan, efisiensi waktu, serta manfaat modul dalam proses pembelajaran. Secara keseluruhan, modul ini berhasil memenuhi karakteristik pembelajaran yang responsif terhadap perbedaan gaya belajar peserta didik dan mampu memberikan pengalaman belajar yang menarik, fleksibel, dan efektif di kelas.

DAFTAR PUSTAKA

- Athaya, N., & Zainul, R. (2024). Development Of Integrate Differentiated Learning Based On Contextual Teaching And Learning For Phase-E Senior High Development Of Student Worksheets On The Periodic System Of Elements Education), 12(2), 105-109.
- El-Sabagh, H. A. (2021). Adaptive e-learning environment based on learning styles and its impact on development students' engagement. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 18(1), 53.
- Kusumawati, F. I., Hidayat, W. N., & Riaji, D. F. (2024). Pengembangan media pembelajaran e-modul interaktif pada mata pelajaran orientasi dasar PPLG materi flowchart. *Journal of Innovation and Teacher Professionalism*, 2(2), 124-131.
- Lukum, A., Abdjul, R., Dangkoa, N. A., & Minggu, S. L. (2025). *PENGEMBANGAN KURIKULUM DAN INOVASI PEMBELAJARAN KIMIA*. Uwais Inspirasi Indonesia.

- Marlianti, N., Muktadir, A., & Koto, I. (2023). Pengembangan Komik Berbasis Cerita Rakyat Bengkulu untuk Mensukseskan Gerakan Literasi Sekolah di Sekolah Dasar. *Jurnal Kajian Pendidikan Dasar*, 2(1), 218-228.
- Nisa, K., & Zainul, R. (2021). Pengembangan E-Modul Hidrokarbon Berbasis Pendekatan Saintifik dengan Pertanyaan Probing dan Prompting untuk Kelas XI SMA/MA. *Entalpi Pendidikan Kimia*, 2(2), 33-44.
- Novela, D. (2021). *Hubungan Gaya Belajar terhadap Hasil Belajar Kimia* (Bachelor's thesis, Jakarta: FITK UIN Syarif Hidayatullah Jakarta).
- Pitaloka, H., & Arsanti, M. (2022, November). Pembelajaran diferensiasi dalam kurikulum merdeka. In *Seminar Nasional Pendidikan Sultan Agung IV* (Vol. 4, No. 1).
- Putri, S. A. D., & Yusmaita, E. (2024). Pengembangan Instrumen Tes Berbasis Literasi Kimia pada Materi Struktur Atom dan Nanoteknologi Kurikulum Merdeka Fase E SMA. *Entalpi Pendidikan Kimia*, 5(2), 25-31.
- Putri, S. D., & Effendi, E. (2023). Development of Steam-Pjbl Integrated LKPD on Acid and Based Materials For Class XI SMA. *Journal of Educational Sciences*, 148-159.
- Qorib, M. (2024). Analysis Of Differentiated Instruction As A Learning Solution In Student Diversity In Inclusive And Moderate Education. *International Journal Reglement & Society (IJRS)*, 5(1), 43-55.
- Qotimah, I. Q. (2022). Kriteria pengembangan e-modul interaktif dalam pembelajaran jarak jauh. *Indonesian journal of learning education and counseling*, 4(2), 125-131.
- Rahayu, D. (2020). *Pengembangan pop-up book sebagai media pembelajaran pada materi struktur atom di sma inshafuddin banda aceh* (Doctoral dissertation, UIN AR-RANIRY).
- Rahmawati, Y., Dianhar, H., & Arifin, F. (2021). Analysing students' spatial abilities in chemistry learning using 3D virtual representation. *Education Sciences*, 11(4), 185.
- Risty, C. M., Kurniawati, D., Hardeli, H., Zainul, R., & Syolendra, D. F. (2024).
- Safitri, N. A., & Rohiat, S. (2022). Pengembangan E-Modul Kimia Menggunakan Aplikasi Flip Pdf Corporate Edition Pada Materi Larutan Penyangga. *ALOTROP*, 6(2), 156-164.
- Sari, I. P., & Zainul, R. (2021). Penyusunan Konten Pembelajaran E-Learning Berbasis Aplikasi Moodle pada Materi Asam Basa Development of E-Learning Content using Moodle Application on Acid Base Topic. *Entalpi Pendidikan Kimia*.
- Titin, T., Yuniarti, A., Shalihah, A. P., Amanda, D., Ramadhini, I. L., & Virnanda, V. (2023). Memahami media untuk efektifitas pembelajaran. *JUTECH: Journal Education and Technology*, 4(2), 111-123.
- Trisnani, N., Zuriah, N., Kobi, W., Kaharuddin, A., Subakti, H., Utami, A., ... & Yunefri, Y. (2024). *Pembelajaran Berdiferensiasi dalam Kurikulum Merdeka*. PT. Mifandi Mandiri Digital.
- Wahyudin, A. Y., & Wahyuni, A. (2022). Exploring students' learning style and proficiency at a University in Indonesia: a quantitative Classroom Research.
- Wardani, R. B., Sulaeman, N. F., & Haryanto, Z. (2025). *PEMBELAJARAN BERDIFERENSIASI PADA MATERI ENERGI TERBARUKAN BERDASARKAN GAYA BELAJAR VAK (VISUAL, AUDITORI & KINESTETIK)*. CV. DOTPLUS Publisher.
- Wulandari, F., Yogica, R., & Darussyamsu, R. (2022). Analisis manfaat penggunaan e-modul interaktif sebagai media pembelajaran jarak jauh di masa pandemi covid-19. *Khazanah Pendidikan*, 15(2), 139-144.
- Yuliana, V., Copriady, J., & Erna, M. (2023). Pengembangan e-modul kimia interaktif berbasis pendekatan saintifik menggunakan liveworksheets pada materi laju reaksi. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 17(1), 1-12.
- Zainul, R. (2024). *Penggunaan Elektrokimia Pada Desain Elektroda Konduktivitas Tinggi*. PT. RajaGrafindo Persada-Rajawali Pers.
- Zainul, R., & Oktavia, B. (2018). Pengenalan dan pengembangan e-modul bagi guru-guru anggota mgmp kimia dan biologi Kota Padang Panjang.