

## EFEKTIVITAS MODUL BERBASIS PBL TERINTEGRASI STEM MATERI KESETIMBANGAN KIMIA TERHADAP HASIL BELAJAR SISWA

Fitri Annisa Barkah, Desy Kurniawati\*

Universitas Negeri Padang, Indonesia

\*Corresponding author: [desykurniawati@fmipa.unp.ac.id](mailto:desykurniawati@fmipa.unp.ac.id)

**Abstrak:** Kecenderungan siswa dalam melihat kimia sebagai ilmu yang dipenuhi dengan rumus-rumus kompleks tanpa keterkaitan nyata dengan kehidupan sehari-hari, persepsi ini dapat berdampak negatif terhadap minat belajar siswa, yang pada akhirnya memengaruhi hasil belajar mereka. Penelitian ini bertujuan untuk mengkategorikan Tingkat efektivitas penggunaan modul berbasis Problem Based Learning terintegrasi STEM pada materi kesetimbangan kimia. Penelitian ini merupakan penelitian Quasi Eksperimental dengan desain Non-equivalent Control Group Design. Hasil efektivitas pretest dan posttest dari uji N-Gain hasil belajar siswa adalah 0,724, yang termasuk dalam kategori 'Cukup Efektif', dan hasil uji Mann-Whitney atau uji U pada Asymp. Sig = 0,00037 < 0,05, itu berarti pada hasil belajar kelas kontrol dan kelas eksperimen memiliki perbedaan yang signifikan. Berdasarkan hasil penelitian, ditemukan bahwa modul berbasis Problem Based Learning terintegrasi STEM pada materi kesetimbangan kimia efektif untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik.

**Kata Kunci:** Modul, Efektivitas, Pembelajaran Berbasis Masalah, STEM, Hasil Belajar

**Abstract:** The tendency of students to view chemistry as a subject filled with complex formulas without real-life connections can negatively impact their interest in learning, which ultimately affects their academic performance, particularly in the topic of chemical equilibrium. This research aims to categorize the level of effectiveness of using STEM-integrated Problem Based Learning modules on chemical equilibrium material. This research is a Quasi-Experimental study with a Non-equivalent Control Group Design. The effectiveness results of the pretest and posttest from the N-Gain test of student learning outcomes are 72.4%, which falls into the 'Fairly Effective' category, and the Mann-Whitney U test results at Asymp. Sig = 0.00037 < 0.05, which means there is a significant difference in learning outcomes between the control class and the experimental class. Based on the research results, it was found that the Problem Based Learning module integrated with STEM on the topic of chemical equilibrium is effective in improving students' learning outcomes.

**Keywords:** Module, Effectiveness, Problem Based Learning, STEM, Learning Outcomes.

### PENDAHULUAN

Salah satu alasan rendahnya minat siswa dalam mempelajari kimia adalah karena media massa cenderung menyoroti dampak negatif bahan kimia dibandingkan manfaatnya. Misalnya, berita mengenai penyalahgunaan formalin dalam makanan (Kompas.com, 2010) mengungkapkan bahwa formalin bukanlah zat yang aman untuk mengawetkan makanan, karena bersifat karsinogenik dan dapat memicu penyakit kanker (Subagia, 2014). Kecenderungan siswa dalam melihat kimia sebagai ilmu yang dipenuhi dengan rumus-rumus kompleks tanpa keterkaitan nyata dengan kehidupan sehari-hari, persepsi ini dapat berdampak negatif terhadap minat belajar siswa, yang pada akhirnya memengaruhi hasil belajar mereka (Hartanti & Hidayah, 2019).

Berdasarkan penelitian (Alfathunnisa, 2024) hasil belajar siswa kelas XI Fase F di SMA N 1 Payakumbuh pada tahun ajaran 2023/2024 dalam materi kesetimbangan kimia masih rendah, hanya 18% siswa yang tuntas dan 82% lainnya tidak tuntas. Rendahnya hasil belajar materi ini juga ditemukan di SMA N 1 Sungai Aur fase F kelas XI tahun ajaran 2023/2024, dimana hasil penyebaran angket terhadap 61 peserta didik menunjukkan bahwa 51% mengalami kesulitan dalam memahami topik kesetimbangan kimia. Akibatnya, hasil belajar siswa masih cukup rendah, dengan 82,8% berada di bawah Kriteria Ketuntasan Minimum (KKM) sebesar 70, dan hanya 17,2% siswa yang mencapai ketuntasan.

Teori belajar abad kedua puluh satu mendorong peserta didik untuk berpartisipasi secara aktif dan mandiri dalam mengembangkan keterampilan 4C, yaitu berpikir kritis, komunikasi, kolaborasi, dan kreativitas (Indarta et al., 2022). Hal tersebut berkesinambungan dengan tujuan Kurikulum Merdeka yang berupaya untuk memotivasi peserta didik agar lebih kreatif, berani, dan terbuka untuk mencoba hal-hal baru (Hakiky et al., 2023). Kurikulum Merdeka menuntut siswa untuk dapat berpikir kritis (Ledia et al. 2024), kemampuan berpikir kritis dapat membantu siswa dalam meningkatkan hasil belajar, dengan berpikir secara kritis siswa dapat mengkonstruksi pengetahuan secara tepat (Suciana et al., 2023).

Salah satu model yang dapat mendukung pencapaian tujuan tersebut adalah pembelajaran berbasis masalah atau Problem Based Learning (PBL), model ini dirancang untuk mendorong siswa belajar secara mandiri, meningkatkan kemampuan bekerja sama dalam kelompok saat menyelesaikan tugas, serta mengembangkan keterampilan interaksi (Nadien & Kurniawati, 2024). Menurut penelitian Suyanta tahun 2020 model pembelajaran Problem Based Learning (PBL) pada pembelajaran kimia dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Pembelajaran berbasis masalah merupakan model yang secara aktif melibatkan siswa (student center) dalam menghadapi berbagai tantangan di dunia nyata (Suciana et al., 2023). Menurut (Baran & Sozbilir, 2018; Ramdoniati et al., 2018; Valdez & Bungihan, 2019) pembelajaran yang berfokus pada masalah dapat memperbaiki hasil akademik serta kemampuan yang berkaitan dengan aspek kognitif (Yani et al., 2020).

STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) dapat diartikan sebagai metode pendidikan inovatif karena menggabungkan sains, teknologi, teknik, dan matematika dalam kegiatan pembelajaran yang mengedepankan penyelesaian masalah yang dihadapi sehari-hari. Peran matematika sangat krusial dalam kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi (Heriyati & Handayani, 2022). Asosiasi Universitas Amerika (2013) mengungkapkan bahwa penerapan pendekatan STEM dalam pendidikan matematika menawarkan beberapa keuntungan, antara lain: (1) perubahan dalam proses belajar yang dapat mengatasi sekat antara bidang sains, matematika, teknologi, dan teknik; (2) meningkatkan keterampilan serta pemahaman dalam bidang ilmu pengetahuan; (3) meningkatkan keinginan belajar melalui metode pembelajaran berbasis masalah kontekstual guna melatih keterampilan dalam menyelesaikan masalah; (4) mengembangkan sumber daya manusia yang sesuai dengan tuntutan abad ke-21, termasuk keterampilan berkolaborasi, komunikasi yang efektif, berpikir kreatif, serta menciptakan inovasi.; (5) tantangan teknologi melalui perancangan rekayasa yang bertujuan untuk menyederhanakan penyelesaian masalah (Widana & Septiari, 2021).

*Problem Based Learning* (PBL) yang dipadukan dengan pendekatan STEM merupakan proses pembelajaran yang mengintegrasikan unsur sains, teknologi, rekayasa, dan matematika guna mengembangkan kreativitas siswa melalui pemecahan masalah dalam kehidupan sehari-hari (Adhelacahya et al., 2023). Menggabungkan keduanya dapat menuntut siswa untuk terlibat secara aktif dalam proses belajar melalui pemanfaatan produk teknologi. Pendekatan ini dapat meningkatkan keaktifan dan makna pembelajaran, sehingga mendorong pengembangan kemampuan berpikir kritis karena siswa memperoleh pemahaman konsep yang lebih menyeluruh dan optimal (Adhelacahya et al., 2023).

Menurut Sofan (2010) bahan ajar mampu membuat proses pembelajaran menjadi lebih interaktif dan menyenangkan serta memberikan peluang untuk belajar secara mandiri serta mengurangi ketergantungan pada kehadiran guru (Legendari & Raharjo, 2016). Modul adalah salah

satu contoh dari bahan ajar (Arinie & Azmah, 2025). Modul ajar merujuk sebagai perangkat edukasi atau skema pengajaran berbasis kurikulum dan penerapannya, dengan tujuan untuk mencapai kemampuan yang sebelumnya sudah ditentukan (Fatimah, 2023). Kelebihan penggunaan modul menurut Vembriarto (1981) adalah sebagai berikut: 1) Menangani batasan waktu, tempat, dan indera, baik untuk murid maupun pengajar. 2) Dapat dimanfaatkan dengan tepat dan beragam, seperti untuk memperbesar antusias belajar, serta meningkatkan keterampilan komunikasi dengan lingkungan pendidikan. 3) Memungkinkan siswa untuk menilai atau mengukur hasil pembelajaran mereka sendiri. 4) Peserta didik lebih berperan aktif. 5) Pendidik menjadi penuntun, bukan hanya sebagai pengajar. 6) Pembelajaran menjadi lebih efektif, serta adanya evaluasi perbaikan yang signifikan (Wahyuningtyas, 2021).

Terdapat modul berbasis *Problem Based Learning* terintegrasi STEM pada materi kesetimbangan kimia yang telah dikembangkan oleh Manalu dan Kurniawati (2024) yang valid dengan nilai indeks rata-rata  $V = 0,92$  dan sangat praktis dengan persentase 90% guru dan 93% siswa. Akan tetapi, tingkat keefektifannya belum teruji. Pemanfaatan modul pembelajaran berbasis PBL terintegrasi STEM berpotensi meningkatkan hasil belajar siswa karena mengajak mereka untuk berpartisipasi aktif, berpikir kritis, dan menghubungkan teori dengan praktik.

Penelitian relevan terkait uji efektivitas modul berbasis PBL terintegrasi STEM oleh Oktaviani,dkk (2020) dengan nilai N-Gain sebesar 0,75 dengan kategori tinggi dengan peningkatan nilai pretest semula 16,67 dan posttest 79,72 (Oktaviani et al., 2020). Dan penelitian yang dilakukan oleh (Pane et al., 2022) menguji pengaruh modul terintegrasi PBL-STEM untuk mata Pelajaran kimia secara umum terhadap motivasi dan hasil belajar dengan skor N-Gain tinggi pada kelas eksperimen yaitu sebesar 67,8% dibandingkan dengan presentase siswa kelas kontrol dengan skor N-Gain mencapai 20%. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektivitas modul berbasis *Problem Based Learning* (PBL) terintegrasi STEM pada materi kesetimbangan kimia terhadap hasil belajar siswa kelas XI SMA/MA

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif jenis Quasi-Eksperimental desain *Non-Equivalent Control Group Design*. Populasi dalam peneltian ini adalah kelas XI. F2 dan XI F3 SMA N 1 Sungai Aur, teknik pengambilan sampel pada studi ini adalah teknik sampling jenuh di mana seluruh anggota populasi dijadikan sebagai sampel (Sugiyono, 2017). Kelas eksperimen adalah XI.F3 yang mendapat perlakuan, yakni selama proses pembelajaran materi kesetimbangan kimia menggunakan modul berbasis *Problem Based Learning* (PBL) terintegrasi STEM. Untuk kelas kontrol yaitu XI. F2 menggunakan buku cetak seperti biasa dengan model pembelajaran PBL.

Instrument tes yang digunakan untuk *pretest* dan *posttest* adalah soal pilihan ganda sebanyak 15 butir yang telah dikembangkan serta telah diuji kevalidan, reliabilitas, daya beda dan indeks kesukaran soal oleh (Defista et al., 2022) dan 2 buah soal PBL berupa esai. Soal objektif diberi skor sebesar 5,73 perbutir soal apabila jawaban benar, dan soal esai diberi skor 7. Data pretest dan posttest akan dianalisis menggunakan uji N-Gain dan Mann-Whitney, untuk menentukan Tingkat keefektifan dari modul berbasis *Problem Based Learning* (PBL) terintegrasi STEM akan dilakukan uji N-gain dengan kriteria dan tingkat efekfititas yang dapat dilihat pada tabel 1 dan 2 berikut:

**Tabel 1.** Kriteria Gain Ternormalisasi

Nilai N-Gain	Interpretasi
$0,70 \leq g \leq 100$	Tinggi
$0,30 \leq g < 0,70$	Sedang
$0,00 < g < 0,30$	Rendah
$g = 0,00$	Tidak terjadi peningkatan
$-1,00 \leq g < 0,00$	Terjadi penurunan

**Tabel 2. Kriteria Tingkat Eektivitas**

Persentase (%)	Kriteria
>76	Efektif
56-75	Cukup Efektif
40-55	Kurang Efektif
< 40	Tidak Efektif

## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Tabel 3. Rata-rata Nilai *Pretest Posttest* Kelas Sampel**

Kelas	Pretest	Posttest
Eksperimen	19	78
Kontrol	18	64

Dari Tabel 3 di kelas eksperimen, rata-rata nilai pretest adalah 19 dan rata-rata nilai posttest mencapai 78. Sementara itu, di kelas kontrol, rata-rata nilai pretest sebesar 18 dan nilai posttest rata-rata sebesar 64. Perubahan pada kelas eksperimen memiliki signifikansi yang lebih besar setelah dilakukan kegiatan pembelajaran dibandingkan dengan kelas kontrol. Hal ini terjadi karena selama kegiatan pembelajaran di kelas eksperimen menggunakan modul berbasis masalah terintegrasi STEM.

**Tabel 4. Hasil Uji N-Gain**

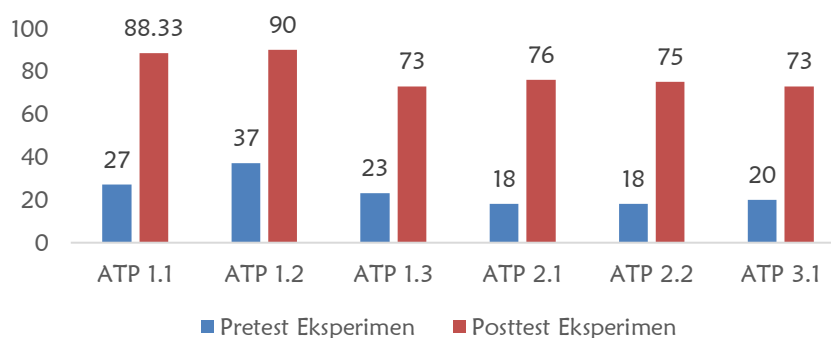
N-Gain	Persentase N-gain
0,725	72,5%

Pada Tabel 4 nilai N-Gain yang diperoleh adalah 0,725 yang berarti modul ini dalam kategori N-Gain “Tinggi”, dengan tingkat efektivitas “Cukup Efektif” karena memiliki persentase N-Gain sebesar 72,5%. Hal ini dapat diartikan bahwasannya modul berbasis Problem Based Learning (PBL) yang diintegrasikan dengan STEM cukup efektif dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik. Selanjutnya dilakukan pengujian hipotesis dengan Uji Mann-Whitney.

**Tabel 5. Efektivitas Hasil Belajar Siswa Uji Mann-Whitney**

Hasil Belajar	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
	210,000	675,000	-3,560	0,00037

Berdasarkan data diatas, pada hasil belajar nilai Sig. (2-tailed) adalah  $0,00037 < 0,05$ . Maka,  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima serta dapat disimpulkan terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil belajar sebelum dan setelah menggunakan modul berbasis PBL terintegrasi STEM pada materi kesetimbangan kimia.

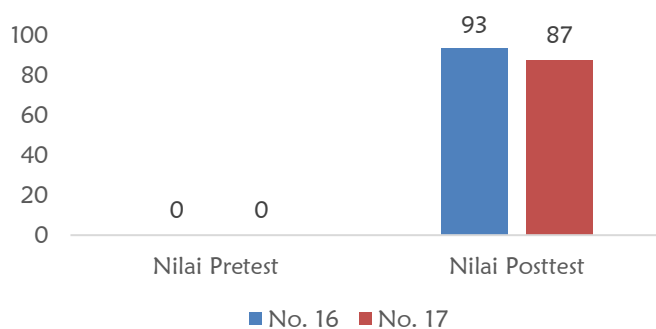


**Gambar 1.** Analisis Tabulasi % Pretest Posttest Soal Pilihan Ganda Kelas Eksperimen

Pada gambar 1. hasil posttest peserta didik di kelas eksperimen menunjukkan peningkatan pada setiap sesi pembelajaran. Tujuan Pembelajaran (TP) 1 menjelaskan konsep kesetimbangan dinamis, diturunkan menjadi 3 Alur Tujuan Pembelajaran (ATP), yaitu 1) Menjelaskan reaksi reversibel dan reaksi irreversibel, 2) Menganalisis konsep kesetimbangan dinamis, 3) Membedakan kesetimbangan homogen dan kesetimbangan heterogen, lalu TP 2 adalah menjelaskan tetapan kesetimbangan yang diturunkan menjadi 2 yaitu 1) Menentukan tetapan kesetimbangan konsentrasi ( $K_c$ ), 2) Menentukan tetapan kesetimbangan tekanan parsial ( $K_p$ ), sedangkan TP 3 yakni menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran kesetimbangan kimia. Persentase jawaban benar tertinggi pada hasil posttest soal pilihan ganda kelas eksperimen terdapat pada ATP 1.2 Menjelaskan konsep kesetimbangan dinamis. Capaian hasil belajar posttest untuk setiap ATP menunjukkan peningkatan yang signifikan dibandingkan dengan nilai pretest. Hal ini menunjukkan bahwa proses pembelajaran yang diterapkan memberikan dampak positif terhadap peningkatan hasil belajar peserta didik.

Peningkatan yang signifikan antara pretest dan posttest merupakan indikator bahwa penggunaan modul berbasis *Problem-Based Learning (PBL)* terintegrasi *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM)* telah berjalan secara efektif. Temuan ini sejalan dengan penelitian oleh (Ariyatun & Octavianelis, 2020) menyatakan bahwa integrasi pendekatan STEM dalam pembelajaran PBL pada materi kimia dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa secara signifikan. Pendekatan STEM mendorong peserta didik untuk menyelesaikan masalah secara inovatif, meningkatkan kreativitas, kemandirian, serta kemampuan berpikir logis dan literasi teknologi (Suhery, 2017).

Lebih lanjut (Suciana et al., 2023) menemukan bahwa pembelajaran berbasis masalah yang diintegrasikan dengan STEM memiliki pengaruh besar terhadap hasil belajar dengan nilai efek sebesar 1,28 yang termasuk dalam kategori tinggi. Penelitian lain oleh (Tuaputty et al., 2021) juga memperkuat bahwa terdapat korelasi positif antara *Critical Thinking Skills (CTS)* dan *Cognitive Learning Outcomes (CLO)*, yang berarti peningkatan kemampuan berpikir kritis berjalan seiring dengan peningkatan hasil belajar.



**Gambar 2.** Analisis Tabulasi % Pretest Posttest Soal Esai Kelas Eksperimen

Setelah diterapkannya proses pembelajaran di kelas eksperimen menggunakan modul berbasis *Problem-Based Learning (PBL)* yang terintegrasi pendekatan STEM, capaian peserta didik dalam menjawab soal esai menunjukkan hasil yang menggembirakan. Rata-rata skor jawaban siswa pada soal nomor 16 dan 17, yang dikembangkan dalam bentuk soal *Higher Order Thinking Skills (HOTS)* berbasis PBL, adalah 93 dan 87. Nilai ini menunjukkan bahwa sebagian besar siswa mampu menyelesaikan soal dengan tingkat kesulitan tinggi yang menuntut keterampilan berpikir tingkat lanjut.

Menurut (Ariesta, 2024), terdapat hubungan signifikan antara kemampuan siswa dalam menjawab soal HOTS dengan keterampilan berpikir kritis dan komunikasi. Hal ini mengindikasikan bahwa siswa yang mampu menjawab soal HOTS cenderung memiliki pemahaman konsep yang lebih dalam karena dituntut untuk melakukan analisis, evaluasi, dan sintesis terhadap informasi yang dipelajari. Kemampuan ini merupakan indikator penting dalam pencapaian hasil belajar yang

bermakna. Penelitian lain oleh (Thahir et al., 2021) juga memperkuat temuan ini, yang menunjukkan adanya hubungan positif antara kemampuan berpikir tingkat tinggi dengan hasil belajar siswa, khususnya pada mata pelajaran biologi. Dengan demikian, penggunaan soal HOTS tidak hanya berfungsi sebagai alat penilaian kognitif tingkat tinggi, tetapi juga dapat dijadikan sebagai indikator valid untuk mengukur sejauh mana siswa benar-benar memahami materi pelajaran secara konseptual.

Temuan ini sejalan dengan tujuan utama penelitian, yaitu meningkatkan hasil belajar peserta didik. Penerapan pembelajaran berbasis PBL terintegrasi STEM terbukti mampu mendorong siswa untuk berpikir secara kritis dan mendalam, sehingga mereka tidak hanya menghafal informasi, tetapi juga mampu mengaplikasikan dan mengevaluasi konsep dalam konteks yang lebih kompleks. Oleh karena itu, pembelajaran berbasis masalah yang dikaitkan dengan kehidupan nyata melalui pendekatan STEM menjadi strategi yang efektif dalam meningkatkan hasil dan kualitas belajar siswa secara menyeluruh.

## KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan modul berbasis *Problem-Based Learning* (PBL) yang terintegrasi pendekatan STEM pada materi kesetimbangan kimia secara signifikan efektif dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik Fase F kelas XI di SMAN 1 Sungai Aur. Efektivitas pembelajaran dibuktikan melalui perolehan skor N-Gain sebesar 0,725 yang berada dalam kategori Gain Ternormalisasi “tinggi” dan tingkat keefektifan “Cukup Efektif”. Nilai rata-rata siswa sebelum menggunakan modul adalah 19 dan setelah menggunakan sebesar 78. Nilai ini mencerminkan peningkatan yang substansial antara nilai pretest dan posttest. Hasil uji Mann-Whitney mengungkapkan bahwa  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima, sehingga dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan yang signifikan terhadap hasil belajar siswa menggunakan modul berbasis PBL terintegrasi STEM.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adhelacahya, K., Sukarmin, S., & Sarwanto, S. (2023). Impact of Problem-Based Learning Electronics Module Integrated with STEM on Students' Critical Thinking Skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(7), 4869–4878. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i7.3931>
- Alfathunnisa. (2024). Effectiveness of Instagram Learning Media on Chemical Equilibrium Material on Learning Outcomes of Class XI Students of SMAN 1 Payakumbuh. *Journal of Educational Sciences*, 8(4), 716–727.
- Arinie, S., & Azmah, N. (2025). *Komponen Modul Ajar Dan Manfaatnya Bagi Guru Dalam Meningkatkan Efektivitas Pembelajaran di Abad 21*. 3, 291–297.
- Ariyatun, A., & Octavianelis, D. F. (2020). Pengaruh Model Problem Based Learning Terintegrasi Stem Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *JEC: Journal of Educational Chemistry*, 2(1), 33. <https://doi.org/10.21580/jec.2020.2.1.5434>
- Defista, C., Andromeda, & Sovia, E. (2022). The Effect of Guided Inquiry Learning Model Based On Lesson Study For Learning Community On Chemical Equality Materials. *Ijis Edu*, 4(1), 40–44.
- Fadia Ariesta, N. A. (2024). Hubungan Antara Kemampuan Menjawab Soal Hots Biologi Dengan Keterampilan 4C Siswa Sma. *Jurnal MIPA Dan Pembelajarannya*, 4(8), 3. <https://doi.org/10.17977/um067v4i8p3>
- Fatihah, W. (2023). Diseminasi Modul Ajar pada Kegiatan Implementasi Kurikulum Merdeka dan Proses Pembelajaran di Kelas. *Jurnal Abdimas Kartika Wijayakusuma*, 4(1), 1–11. <https://doi.org/10.26874/jakw.v4i1.273>
- Hakiky, N., Nurjanah, S., & Fauziati, E. (2023). Kurikulum Merdeka dalam Perspektif Filsafat Konstruktivisme. *Tsaqofah*, 3(2), 194–202. <https://doi.org/10.58578/tsaqofah.v3i2.887>
- Hartanti, S. S., & Hidayah, F. F. (2019). Analisis Perilaku Siswa terhadap Pembelajaran Kimia pada Jam Pelajaran Ke-7 Dan Ke-8. *Seminar Nasional Edusainstek FMIPA UNIMUS 2019*, 458–466.

- Heriyati, & Handayani, S. (2022). Jurnal PEKA ( Pendidikan Matematika ). *Matematika*, 05(02), 90–104. <https://doi.org/10.37150/jp.v8i2.3174>. Copyright
- Indarta, Y., Jalinus, N., Waskito, W., Samala, A. D., Riyanda, A. R., & Adi, N. H. (2022). Relevansi Kurikulum Merdeka Belajar dengan Model Pembelajaran Abad 21 dalam Perkembangan Era Society 5.0. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(2), 3011–3024. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i2.2589>
- Ledia, S., Mauli, B., & Bustam, R. (2024). Reslaj: Religion Education Social Laa Roiba Journal Implementasi Kurikulum Merdeka Dalam Meningkatkan Mutu Pendidikan. *Religion Education Social Laa Roiba Journal*, 6 No 1(Pendidikan), 790–806. <https://doi.org/10.47476/reslaj.v6i1.2708>
- Legendari, M. A., & Raharjo, H. (2016). Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Audio Visual Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Materi Pokok Bangun Ruang Kubus Dan Balok Kelas Viii Di Smp N 1 Ciledug. *Eduma : Mathematics Education Learning and Teaching*, 5(1). <https://doi.org/10.24235/eduma.v5i1.683>
- Nadien, R. M., & Kurniawati, D. (2024). LKPD Kimia SMA Kelas XI Berbasis Problem Based Learning Pada Materi Termokimia Fase F. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8, 9778–9784.
- Oktaviani, A., Anom, K., & Lesmini, B. (2020). Pengembangan Modul Kimia terintegrasi STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) dan PBL (Problem-Based Learning). *Journal of Educational Chemistry (JEC)*, 2(2), 64. <https://doi.org/10.21580/jec.2020.2.2.6279>
- Pane, E. P., Manurung, H. M., Simangunsong, A. D., Mobo, F. D., Siahaan, T. M., & Manurung, S. (2022). The Effect of Stem-Based Learning Module on Students Learning Outcomes and Motivation in General Chemistry Courses. *IJECA (International Journal of Education and Curriculum Application)*, 5(2), 211. <https://doi.org/10.31764/ijeca.v5i2.10212>
- Subagia, I. W. (2014). Paradigma Baru Pembelajaran Kimia SMA. *Seminar Nasional FMIPA UNDIKSHA IV*, 152–163.
- Suciana, D., Hartinawati, Sausan, I., & Meliza. (2023). A Meta-Analysis Study: The Effect of Problem Based Learning Integrated with STEM on Learning Outcomes. *European Journal of Education and Pedagogy*, 4(2), 133–138. <https://doi.org/10.24018/ejedu.2023.4.2.619>
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D* (26th ed.). ALFABETA CV.
- Suhery, T. (2017). Implementasi STEMI Pada Pembelajaran Kimia dalam rangka Menerapkan Kurikulum 2013. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA 2017 STEM Untuk Pembelajaran SAINS Abad 21*, 8–13.
- Thahir, R., Magfirah, N., & Anisa, A. (2021). Hubungan Antara High Order Thinking Skills dan Kemampuan Literasi Sains Mahasiswa Pendidikan Biologi. *Biodik*, 7(3), 105–113. <https://doi.org/10.22437/bio.v7i3.14386>
- Tuaputty, H., Leasa, M., Corebima, A. D., & Batlolona, J. R. (2021). The correlation between critical thinking skills and cognitive learning outcomes. *Elementary Education Online*, 20(1), 302–317. <https://doi.org/10.17051/ilkonline.2021.01.029>
- Wahyuningtyas. (2021). Desain Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis Pendekatan Saintifik pada Mata Pelajaran Otomatisasi Tata Kelola Sarana dan Prasarana Kelas XI SMKN Ngraho Bojonegoro. *Jurnal Pendidikan Administrasi Perkantoran (JPAP)*, 9(2), 376–388.
- Widana, I. W., & Septiari, K. L. (2021). Kemampuan Berpikir Kreatif dan Hasil Belajar Matematika Siswa Menggunakan Model Pembelajaran Project-Based Learning Berbasis Pendekatan STEM. *Jurnal Elemen*, 7(1), 209–220. <https://doi.org/10.29408/jel.v7i1.3031>
- Yani, Y. P., Hardeli, H., Oktavia, B., & Kurniawati, D. (2020). Development of an Integrated E-Module of Scientific Literacy and Video Demonstration Using a Problem-Based Learning Model for High School Students on Acids and Bases. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(2), 452–462. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i2.1306>