



Efektivitas Modul Laju Reaksi Berbasis *Problem Based Learning* Terintegrasi TPACK terhadap Peningkatan Literasi Numerasi Peserta Didik Fase F

Fauziah¹, Yerimadesi^{*2}, Guspatni³

^{1,2,3}Universitas Negeri Padang, Indonesia

E-mail: yeri@fmipa.unp.ac.id

Article Info	Abstract
Article History Received: 2024-09-07 Revised: 2024-10-27 Published: 2024-11-15 Keywords: <i>Module;</i> <i>Reaction Rate;</i> <i>Problem Based Learning;</i> <i>TPACK;</i> <i>Numeracy literacy.</i>	The aimed of this researched was to analyze the effectiveness of the TPACK integrated problem based learned based reaction rate module in increasing the numeracy literacy of phase F students at SMAN 2 Payakumbuh. The researched applies a quasi-experimental typed with non-equivalent controlled group design. The population includes six classes of phase F class XI students at SMAN 2 Payakumbuh who were studying chemistry for the 2023/2024 academic year. The sample was taken used a purposive sampling technique and the experimental class XI F 11 and the controlled class XI F 12 was selected. The numeracy literacy test instrument consisted of simple multiple choice questions, short entries and descriptions. The data obtained was analyzed used the n-gain test and hypothesis testing with the t test. The results of data analysis showed that the n-gain valued for the controlled class and experimental class was respectively 0,24 in the low category and 0,39 in the medium category. The results of the hypothesis test showed that $t_{count} > t_{table}$, namely $2,390 > 1,995$, so that the numeracy literacy ability of the experimental class was higher than the controlled class. So it could been concluded that the reaction rate module based on integrated problem based learned TPACK was effective in increasing the numeracy literacy of phase F students at SMAN 2 Payakumbuh.
Artikel Info	Abstrak
Sejarah Artikel Diterima: 2024-09-07 Direvisi: 2024-10-27 Dipublikasi: 2024-11-15 Kata kunci: <i>Modul;</i> <i>Laju Reaksi;</i> <i>Problem Based Learning;</i> <i>TPACK;</i> <i>Literasi Numerasi.</i>	Tujuan penelitian ini adalah menganalisis efektivitas modul laju reaksi berbasis <i>problem based learning</i> terintegrasi TPACK terhadap peningkatan literasi numerasi peserta didik fase F di SMAN 2 Payakumbuh. Penelitian menerapkan jenis <i>quasi experiment</i> dengan <i>non-equivalent control group design</i> . Populasi meliputi peserta didik fase F kelas XI SMAN 2 Payakumbuh yang sedang mempelajari kimia tahun pelajaran 2023/2024 sebanyak enam kelas. Sampel diambil dengan teknik <i>purposive sampling</i> dan terpilih kelas eksperimen XI F 11 serta kelas kontrol XI F 12. Instrumen tes literasi numerasi berupa soal pilihan ganda sederhana, isian singkat dan uraian. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji <i>n-gain</i> serta uji hipotesis dengan uji t. hasil analisis data didapatkan nilai <i>n-gain</i> kelas kontrol dan kelas eksperimen secara berturut-turut yaitu 0,24 kategori rendah dan 0,39 kategori sedang. Hasil uji hipotesis didapatkan $t_{hitung} > t_{tabel}$ yakni $2,390 > 1,995$ maka kemampuan literasi numerasi kelas eksperimen lebih tinggi daripada kelas kontrol. Sehingga dapat disimpulkan bahwa modul laju reaksi berbasis <i>problem based learning</i> terintegrasi TPACK efektif terhadap peningkatan literasi numerasi peserta didik fase F di SMAN 2 Payakumbuh.

I. PENDAHULUAN

Kimia merupakan bagian dari ilmu sains. Materi mata pelajaran kimia pada fase F SMA salah satunya ialah laju reaksi. Materi ini membutuhkan pemahaman konsep yang memiliki sifat abstrak serta adanya perhitungan kimia. Pada materi ini terdapat penerapan angka atau simbol dalam konteks matematika dasar untuk menyelesaikan masalah dunia nyata serta menggunakan informasi dalam bentuk yang berbeda-beda (cerita, grafik, tabel, dan bagan) untuk membuat keputusan sehingga berkaitan dengan literasi numerasi (Han dkk., 2017). Literasi numerasi termasuk bagian dari kemampuan dasar yang menjadi tuntutan

kurikulum merdeka. Hal ini sesuai dengan Permendikbudristek RI Nomor 17 Tahun 2021 mengenai asesmen nasional yang merupakan suatu jenis evaluasi sistem pendidikan yang bermaksud untuk mengukur hasil belajar kognitif seperti pada Pasal 2 huruf a meliputi literasi membaca serta numerasi dinilai dengan asesmen kompetensi minimum (Permendikbudristek, 2021).

Hasil PISA menunjukkan adanya perbedaan skor Indonesia dari tahun 2018 dengan tahun 2022 dimana dalam bidang matematika memperoleh skor yaitu 379 pada tahun 2018 menjadi 366 pada tahun 2022 (OECD, 2023). Hal ini menandakan bahwa Indonesia mengalami

penurunan kemampuan literasi numerasi. Artinya, Indonesia masih memiliki kemampuan literasi numerasi yang rendah.

Menurut angket yang telah dibagikan kepada peserta didik di SMA Negeri 2 Payakumbuh, didapatkan hasil yaitu dari 76 peserta didik yang telah belajar laju reaksi, 77,6% peserta didik menyatakan materi laju reaksi sulit. Peserta didik kesulitan pada materi yang bersifat hitungan terutama menentukan persamaan laju reaksi dan orde reaksi. Menurut angket yang sudah dibagikan kepada empat orang guru kimia di SMA Negeri 2 Payakumbuh disimpulkan materi laju reaksi sulit bagi peserta didik karena adanya beberapa konsep yang perlu mereka pahami serta adanya perhitungan yang membutuhkan kemampuan matematika. Tingkat kemampuan literasi numerasi peserta didik di SMA Negeri 2 Payakumbuh pada materi laju reaksi tergolong sedang menurut 75% guru kimia dan tergolong rendah menurut 25% guru kimia. Oleh karena itu, dibutuhkan solusi dalam membantu peserta didik diantaranya pemilihan model pembelajaran, bahan ajar, serta pendekatan yang sesuai.

Model *problem based learning* (PBL) merupakan model yang memotivasi peserta didik belajar melewati bermacam permasalahan dunia nyata serta dilatih untuk memecahkan masalah tersebut (Kemendikbud, 2017a). Penggunaan model PBL bisa meningkatkan hasil belajar (Purba & Munzirwan, 2022) dan kemampuan literasi numerasi peserta didik (Awami dkk., 2022). Dalam penggunaannya, model pembelajaran membutuhkan bahan ajar dalam membantu proses pembelajaran diantaranya ialah modul.

Modul merupakan bahan pembelajaran yang disusun teratur sejalan dengan kurikulum tertentu serta bisa digunakan mandiri dalam menggapai tujuan pembelajaran (Kemendikbud, 2017b). Penerapan modul dalam pembelajaran kimia efektif meningkatkan hasil belajar sebagaimana materi termokimia, stoikiometri, kesetimbangan kimia, serta larutan penyangga (Gunawan & Yerimadesi, 2022; Rahayu & Yerimadesi, 2022; Said & Yerimadesi, 2021; Yerimadesi dkk., 2017). Modul berbasis PBL juga mampu meningkatkan hasil belajar peserta didik (Auly dkk., 2020). Dalam sebuah modul diperlukan suatu inovasi berupa pendekatan. Pendekatan yang bisa diintegrasikan pada proses belajar mengajar berbasis teknologi ialah pendekatan *technological, pedagogical, and content knowledge* (TPACK).

Pendekatan TPACK merupakan inovasi pendidikan selaras dengan perkembangan

teknologi untuk mencapai tujuan pembelajaran. Pembelajaran menggunakan pendekatan TPACK berlangsung dengan memadukan pengetahuan guru serta mengintegrasikannya dengan teknologi. Penerapan TPACK mampu meningkatkan hasil belajar serta kemampuan numerasi peserta didik (Widaningsih dkk., 2023). Selain itu, pendekatan TPACK menggunakan model PBL juga bisa meningkatkan hasil belajar (Tanjung dkk., 2022).

Penelitian sebelumnya telah dikembangkan modul laju reaksi berbasis PBL terintegrasi TPACK yang sudah valid dan praktis, tetapi belum teruji keefektifannya (Afendi & Yerimadesi, 2024). Modul tersebut berisi materi-materi yang menunjang peningkatan literasi numerasi peserta didik. Penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas modul laju reaksi berbasis *problem based learning* terintegrasi TPACK terhadap peningkatan literasi numerasi peserta didik fase F di SMAN 2 Payakumbuh.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di SMAN 2 Payakumbuh pada bulan Maret sampai Juni 2024. Penelitian menggunakan jenis *quasi experiment* serta *nonequivalent control group design*. Populasi meliputi peserta didik fase F kelas XI SMAN 2 Payakumbuh yang sedang mempelajari kimia tahun pelajaran 2023/2024 sebanyak enam kelas. Sampel dipilih secara *purposive sampling* dan terpilih kelas eksperimen XI F 11 serta kelas kontrol XI F 12. Kelas eksperimen dibelajarkan menggunakan modul laju reaksi berbasis PBL terintegrasi TPACK dan kelas kontrol dibelajarkan menggunakan bahan ajar yang biasanya digunakan guru di sekolah yaitu buku cetak. Kelas sampel diberikan *pretest* dan *posttest*. Instrumen tes diadopsi dari soal literasi numerasi yang dikembangkan oleh Rosyada dkk (2023). Soal kemudian direvisi dan diuji coba kembali sehingga memperoleh soal tes berupa soal pilihan ganda sederhana, isian singkat, dan uraian yang terdiri dari 7 butir soal yang valid, reliabel, serta daya pembeda dan indeks kesukaran yang baik. Data yang didapat dianalisis menggunakan uji *n-gain* serta uji hipotesis.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Hasil kemampuan Literasi Numerasi

Kemampuan literasi numerasi peserta didik diperoleh dari nilai *n-gain*. Nilai *n-gain* rata-rata dianalisis dari data *pretest*

dan *posttest*. Hasil diperoleh *n-gain* yang lebih tinggi pada kelas eksperimen dari kelas kontrol. Data *n-gain* terlihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji N-Gain Literasi Numerasi Kelas Sampel

Kelas	N	Pretest	Posttest	N-Gain	Kategori
Kontrol	35	7,27	29,61	0,24	Rendah
Eksperimen	35	6,49	42,86	0,39	Sedang

2. Uji Hipotesis

Perbedaan antara kedua kelas sampel dibuktikan secara nyata dengan uji statistik melalui uji normalitas, uji homogenitas, serta uji hipotesis. Hasil uji normalitas menggunakan uji *Kolmogorov Smirnov* diperoleh D_{hitung} kelas kontrol dan kelas eksperimen yaitu 0,141 dan 0,149 lebih kecil daripada D_{tabel} yaitu 0,224 sehingga menunjukkan data terdistribusi normal. Selanjutnya, berdasarkan data hasil uji homogenitas diperoleh F_{hitung} yaitu 1,477 lebih kecil daripada F_{tabel} yaitu 1,772 sehingga disimpulkan kedua kelas mempunyai variansi homogen. Berdasarkan kedua data tersebut kemudian dilaksanakan uji hipotesis menggunakan uji t. Hasil uji hipotesis didapatkan $t_{hitung} > t_{tabel}$, dimana H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hasilnya terlihat dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Hipotesis Literasi Numerasi

Kelas	t_{hitung}	t_{tabel}	Keputusan
Kontrol	2,390	1,995	H_0 ditolak
Eksperimen			H_1 diterima

Kemampuan literasi numerasi peserta didik dilihat melalui ketercapaian tujuan pembelajaran. Sebagai contoh ketercapaian tujuan pembelajaran menentukan orde reaksi serta persamaan laju reaksi ditunjukkan dari kemampuan menjawab soal dalam modul oleh peserta didik yang terlihat dalam Gambar 1.

Jawaban:

a. Orde reaksi terhadap NO (dari konsentrasi B_2 yang sama) [dan 4]

$$\frac{r_3}{r_4} = \frac{K [NO]^x [B_2]^y}{K [NO]^x [B_2]^y}$$

$$\frac{4}{9} = \frac{K [0,1]^x [0,05]^y}{K [0,1]^x [0,05]^y} \rightarrow \frac{4}{9} = \left(\frac{2}{3}\right)^x \rightarrow x = 2$$

b. Orde reaksi terhadap B_2 (dari konsentrasi NO yang sama) [dan 2]

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{K [NO]^x [B_2]^y}{K [NO]^x [B_2]^y}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{K [0,1]^x [0,05]^y}{K [0,1]^x [0,1]^y} \rightarrow \frac{1}{2} = \left(\frac{1}{2}\right)^y \rightarrow y = 1$$

c. Orde reaksi total
Orde reaksi total = $x + y$
 $= 2 + 1 = 3$

d. Persamaan laju reaksi

$$r = K [NO]^2 [B_2]$$

Jawab:

a. Orde reaksi terhadap NO (dari konsentrasi B_2 yg sama)

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{K [NO]^x [B_2]^y}{K [NO]^x [B_2]^y} \rightarrow \frac{6}{24} = \left(\frac{0,1}{0,2}\right)^x$$

$$\rightarrow \frac{1}{4} = \left(\frac{1}{2}\right)^x \rightarrow x = 2$$

b. Orde reaksi terhadap B_2 (dari konsentrasi NO yang sama)

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{K [NO]^x [B_2]^y}{K [NO]^x [B_2]^y} \rightarrow \frac{6}{12} = \left(\frac{0,05}{0,1}\right)^y$$

$$\rightarrow \frac{1}{2} = \left(\frac{1}{2}\right)^y \rightarrow y = 1$$

c. Orde reaksi total

$$x + y = 2 + 1$$

$$= 3$$

d. Persamaan laju reaksi

$$r = K [A]^x [B]^y$$

$$= K [NO]^2 [B_2]^1$$

$$r = K [NO]^2 [B_2]$$

Gambar 1. Contoh Jawaban Peserta didik pada Modul

B. Pembahasan

Efektivitas modul laju reaksi berbasis PBL terintegrasi TPACK terhadap peningkatan literasi numerasi terlihat dalam Tabel 1 serta Tabel 2. Dari Tabel 1 menunjukkan terjadi peningkatan literasi numerasi pada kedua kelas sampel. Namun, *n-gain* kelas kontrol memiliki kategori rendah sedangkan kelas eksperimen memiliki kategori sedang. Artinya, *n-gain* kelas eksperimen lebih tinggi dari kelas kontrol. Hal ini memperlihatkan penerapan modul laju reaksi berbasis PBL terintegrasi TPACK dapat meningkatkan literasi numerasi peserta didik.

Dari hasil uji hipotesis dalam Tabel 2 terlihat kelas kontrol serta kelas eksperimen menunjukkan perbedaan yang signifikan. Uji

hipotesis menunjukkan $t_{hitung} > t_{tabel}$, sehingga hipotesis penelitian diterima. Hal ini membuktikan bahwa pembelajaran menggunakan modul laju reaksi berbasis PBL terintegrasi TPACK efektif terhadap peningkatan literasi numerasi peserta didik.

Modul laju reaksi berbasis PBL terintegrasi TPACK terdiri dari kegiatan pembelajaran, lembar kerja serta evaluasi. Sebagai contoh pada modul ditampilkan soal-soal yang mampu menunjang peserta didik untuk meningkatkan literasi numerasi terlihat dalam Gambar 2.

Reaksi gas bromin dengan gas nitrogen oksida sesuai dengan persamaan reaksi:



Berdasarkan hasil percobaan diperoleh data sebagai berikut ini.

Tabel 2. Data percobaan $2\text{NO}_{(g)} + \text{Br}_{2(g)} \rightarrow 2\text{NOBr}_{(g)}$

Percobaan	[NO]	[Br ₂]	Laju reaksi awal
1	0,1	0,05	6
2	0,1	0,1	12
3	0,2	0,05	24
4	0,3	0,05	54

Tentukan:

- Orde reaksi terhadap NO
- Orde reaksi terhadap Br₂
- Orde reaksi total
- Persamaan laju reaksi

Gambar 2. Contoh Soal di dalam Modul

Contoh soal Gambar 2 berkaitan dengan literasi numerasi dimana terdapat penerapan angka atau simbol dalam konteks matematika untuk menyelesaikan suatu masalah serta menggunakan data atau informasi dalam bentuk tabel. Dari Gambar 2 disajikan data hasil percobaan dalam tabel. Soal tersebut menuntut peserta didik menentukan orde reaksi hingga persamaan laju reaksinya.

Jawaban peserta didik terlihat dalam Gambar 1. Peserta didik menentukan orde reaksi terhadap NO dengan mencari konsentrasi Br₂ yang sama. Peserta didik kemudian menentukan orde reaksi terhadap Br₂ dengan mencari konsentrasi NO yang sama. Orde reaksi total dihitung dari orde reaksi terhadap NO dan Br₂ yang telah diperoleh. Setelah menentukan orde reaksi maka peserta didik bisa menentukan persamaan laju reaksi menggunakan persamaan $r = k [\text{A}]^x [\text{B}]^y$ (Chang, 2011). Berdasarkan jawaban pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa peserta didik telah mampu menentukan orde reaksi serta persamaan laju reaksi dari informasi yang disajikan dalam bentuk tabel. Oleh karena itu, penggunaan modul laju reaksi berbasis PBL terintegrasi

TPACK mampu membantu dalam meningkatkan literasi numerasi.

Modul laju reaksi ini menerapkan model PBL pada setiap kegiatan pembelajarannya. Model PBL bisa meningkatkan literasi numerasi peserta didik. Sejalan dengan penelitian Awami dkk (2022) mengungkapkan terjadi kenaikan literasi numerasi peserta didik yang diberikan model PBL. Penelitian lain oleh Ambarwati & Kurniasih (2021) mengungkapkan bahwa PBL memberi pengaruh dalam meningkatkan literasi numerasi. Selain itu, model PBL juga bisa menaikkan hasil belajar peserta didik. Sejalan dengan penelitian Sulastry dkk (2023) mengungkapkan penerapan PBL efektif terhadap hasil belajar khususnya materi asam basa dalam kategori tinggi. Penelitian lain oleh Purba & Munzirwan (2022) menyatakan bahwa adanya kenaikan hasil belajar peserta didik dengan model PBL materi laju reaksi.

Model pembelajaran PBL mengikutsertakan peserta didik menyelesaikan masalah melewati beberapa tahap PBL sehingga peserta didik mendapatkan pengetahuan serta keterampilan dalam menyelesaikan masalah tersebut. Keterlibatan peserta didik dapat mengembangkan keaktifan, kreativitas serta motivasi peserta didik (Langitasari dkk., 2021). Selain itu, pemberian masalah yang kontekstual dalam PBL mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis (Suyanta, 2020). Penelitian lain menyatakan hasil belajar peserta didik yang menerapkan modul berbasis PBL mengalami kenaikan (Auly dkk., 2020; Nursa'ban dkk., 2021). Peserta didik yang menerapkan modul berbasis PBL akan memudahkannya pada proses pembelajaran. Hal ini karena peserta didik akan dituntun oleh modul melalui sintak-sintak PBL dalam menemukan suatu konsep.

Modul laju reaksi berbasis PBL terintegrasi TPACK dilengkapi dengan gambar, bacaan, video maupun audio. Komponen TPACK dalam modul ini yaitu barcode sebagai bagian dari *technology* yang berisi video atau audio yang dapat mendukung pembelajaran berdiferensiasi. Penerapan model PBL dalam setiap kegiatan pembelajarannya merupakan bagian dari *pedagogical*. Selain itu, materi mengenai laju reaksi merupakan bagian dari *content knowledge*. Penerapan pendekatan TPACK bisa meningkatkan hasil belajar serta kemampuan numerasi peserta didik (Widaningsih dkk., 2023). Penelitian lain mengungkapkan

bahwa pendekatan TPACK dengan model PBL juga mampu meningkatkan hasil belajar (Tanjung dkk., 2022) serta kemampuan berpikir kritis peserta didik (Wardani & Jatmiko, 2021).

Kelemahan penggunaan modul laju reaksi berbasis PBL terintegrasi TPACK yaitu saat pemindaian barcode yang berisi video maupun audio. Barcode yang tersedia dalam modul terkadang tidak dapat dipindai. Hal ini membuat peserta didik kebingungan, sehingga peserta didik harus mengulang kembali memindai barcode hingga video maupun audio dapat dibuka. Maka disarankan ketika akan memindai barcode pastikan permukaan barcode bersih atau tidak rusak, lalu dipindai dari sudut atau jarak yang berbeda dengan mengatur pencahayaan dan pastikan perangkat pemindai berfungsi dengan baik.

IV. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil serta analisis data dapat disimpulkan bahwa modul laju reaksi berbasis *problem based learning* terintegrasi TPACK efektif terhadap peningkatan literasi numerasi peserta didik fase F di SMAN 2 Payakumbuh. Kemampuan literasi numerasi peserta didik yang dibelajarkan menggunakan modul laju reaksi berbasis *problem based learning* terintegrasi TPACK lebih tinggi secara signifikan dibandingkan peserta didik yang tidak dibelajarkan menggunakan modul.

B. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan yaitu bagi guru dapat menggunakan modul laju reaksi berbasis *problem based learning* terintegrasi TPACK sebagai alternatif bahan ajar pada proses pembelajaran dalam meningkatkan literasi numerasi peserta didik.

DAFTAR RUJUKAN

- Afendi, S., & Yerimadesi. (2024). Pengembangan Modul Laju Reaksi Berbasis Problem Based Learning Terintegrasi TPACK untuk Fase F. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 9(1), 426–432.
- Ambarwati, D., & Kurniasih, M. D. (2021). Pengaruh Problem Based Learning Berbantuan Media Youtube Terhadap Kemampuan Literasi Numerasi Siswa. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(3), 2857–2868. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v5i3.8>
- Auly, R., Mudatsir, & Evendi. (2020). The Implementation of Problem-Based Learning Module to Improve the Students' Learning Outcomes and Perceptions. *Journal of Physics: Conference Series*, 1460(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1460/1/012066>
- Awami, F., Yuhana, Y., & Nindiasari, H. (2022). Meningkatkan Kemampuan Literasi Numerasi Dengan Model Problem Based Learning (PBL) Ditinjau Dari Self Confidence Siswa SMK. *MENDIDIK: Jurnal Kajian Pendidikan Dan Pengajaran*, 8(2), 231–243. <https://doi.org/10.30653/003.202282.236>
- Chang, R. (2011). *General Chemistry The Essential Concepts*. McGraw-Hill. <http://www.amazon.com/General-Chemistry-Edition-Darrell-Ebbing/dp/0395902223>
- Gunawan, R. A., & Yerimadesi. (2022). Efektivitas Modul Termokimia Berbasis Discovery Learning Terhadap Belajar Peserta Didik. *Indonesian Journal of Natural Science Education (IJNSE)*, 5(2), 18–23.
- Han, W., Susanto, D., Dewayani, S., Pandora, P., Hanifah, N., Miftahurssururi, Nento, M. N., & Akbari, Q. S. (2017). *Materi Pendukung Literasi Numerasi*. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Kemendikbud. (2017a). *Model-Model Pembelajaran*. Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Kemendikbud. (2017b). *Panduan Praktis Penyusun e-Modul Pembelajaran*. Direktorat Pembinaan SMA.
- Langitasari, I., Rogayah, T., & Solfarina. (2021). Problem Based Learning (PBL) Pada Topik Struktur Atom: Keaktifan, Kreativitas Dan Prestasi Belajar Siswa. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 15(2), 2813–2823. <https://doi.org/10.15294/jipk.v15i2.24866>
- Nursa'ban, E., Ewisahrani, & Fathurrahmaniah. (2021). Penggunaan Modul Kimia Berbasis Problem Based Learning (PBL) untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *JISIP*

- (Jurnal Ilmu Sosial Dan Pendidikan), 5(2), 572–576.
<https://doi.org/10.36312/jisip.v5i2.2004>
- OECD. (2023). PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education. In *Pisa 2022: Vol. I*. PISA, OECD Publishing.
<https://doi.org/10.31244/9783830998488>
- Permendikbudristek. (2021). *Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2021 Tentang Asesmen Nasional Asesmen Nasional*. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- Purba, E., & Munzirwan, R. (2022). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning terhadap Hasil Belajar dan Minat Siswa pada Materi Laju Reaksi di SMA Katolik Medan XI IPA 4. *Educenter: Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 1(6), 701–706.
- Rahayu, R. G., & Yerimadesi. (2022). Efektivitas Modul Stoikiometri Berbasis Guided Discovery Learning terhadap Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 12(3), 425–430.
<https://doi.org/10.37630/jpm.v12i3.626>
- Rosyada, A., Priatmoko, S., Susilaningsih, E., & Wardani, S. (2023). Pengembangan Soal AKM Literasi Membaca & Numerasi Terintegrasi HOTS Materi Laju Reaksi. *Chemistry in Education*, 12(2), 180–188.
- Said, E. Y. F., & Yerimadesi. (2021). Efektivitas Modul Kesetimbangan Kimia Berbasis Guided Discovery Learning terhadap Hasil Belajar Peserta Didik. *Edukimia*, 3(1), 004–008.
<https://doi.org/10.24036/ekj.v3.i1.a154>
- Sulastry, T., Rais, N. A., & Herawati, N. (2023). Efektivitas Model Pembelajaran Problem Based Learning pada Materi Asam Basa Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 11(1), 142–151.
<https://doi.org/10.24815/jpsi.v11i1.28787>
- Suyanta. (2020). Penggunaan Model Pembelajaran Problem Base Learning (PBL) Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis pada Mata Pelajaran Kimia Siswa Kelas XI Mipa 3 SMAN 1 Bambanglipuro. *Ideguru: Jurnal Karya Ilmiah Guru*, 5(1), 109–114.
<https://doi.org/10.51169/ideguru.v5i1.119>
- Tanjung, S., Baharuddin, Ampera, D., Farihah, & Jahidin, I. (2022). Problem Based Learning (PBL) Model with Technological, Pedagogical, and Content Knowledge (TPACK) Approach. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 10(3), 740–752.
<https://doi.org/10.46328/ijemst.2510>
- Wardani, C. A., & Jatmiko, B. (2021). The Effectiveness of TPACK-Based Learning Physics with The PBL Model to Improve Students' Critical Thinking Skills. *International Journal of Active Learning*, 6(1), 17–26.
<http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/ijal>
- Widaningsih, R., Irianto, D. M., & Yuniarti, Y. (2023). Pembelajaran Berbasis TPACK Untuk Meningkatkan Kemampuan Numerasi Dan Hasil Belajar Peserta Didik. *Jurnal Review Pendidikan Dasar: Jurnal Kajian Pendidikan Dan Hasil Penelitian*, 9(1), 9–16.
<https://doi.org/10.26740/jrpd.v9n1.p9-16>
- Yerimadesi, Putra, A., & Ririanti. (2017). Efektivitas Penggunaan Modul Larutan Penyangga Berbasis Discovery Learning Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas XI MIA SMAN 7 Padang. *Jurnal Eksakta Pendidikan*, 1(1), 17–23.